



Alcaldía de
Paipa

ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA

**REVISIÓN JURÍDICA, TÉCNICA Y
FINANCIERA SOBRE LA PRESTACIÓN DEL
SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO**

PAIPA - BOYACÁ

2024



OCSAS S.A.S
OMEGA CONSULTING Y ASOCIADOS SAS
NIT. 830115130-5



Tabla de Contenido

Introducción	11
Objetivos del Estudio Técnico de Referencia	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	12
1. Caracterización del Municipio	13
1.1. Presentación	13
1.2. Símbolos	13
1.3. Información general	14
1.4. Información poblacional.....	14
1.5. Economía	14
1.6. Ubicación	15
1.7. Ecología	15
1.8. Sitios de interés.....	16
2. Conceptos sobre el servicio de alumbrado público	19
3. Marco jurídico sobre el servicio de Alumbrado Público	29
3.1. Contexto jurídico del servicio de Alumbrado Público	29
3.2. Normatividad y regulación del servicio de alumbrado público	29
3.2.1. Leyes 93 de 1913 y 84 de 1915.....	30
3.2.2. Decreto 2424 de 2006.....	30
3.2.3. Ley 1150 de 2007	31
3.2.4. Resolución CREG 123 de 2011	32
3.2.5. Inclusión del Servicio de Alumbrado Público en los Planes de Desarrollo Nacional 33	
3.2.6. Ley 1819 de 2016	36
3.2.7. Decreto 943 de 2018.....	37



3.2.8.	Resolución CREG 101 013 DE 2022	42
3.2.9.	Jurisprudencia	50
3.2.10.	Análisis regulación legal ambiental y social	50
3.2.11.	Normatividad técnica aplicable al Alumbrado Público	59
4.	Situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público	62
4.1.	Estado contractual de la prestación del servicio del Alumbrado Público	62
4.1.1.	Contratación de la prestación del servicio de Alumbrado Público.....	62
4.1.2.	Interventoría de la prestación del servicio de Alumbrado Público.....	62
4.1.3.	Contrato de suministro de energía con destino al Sistema de Alumbrado Público 63	
4.1.4.	Facturación y recaudo del impuesto de Alumbrado Público	63
4.2.	Situación financiera actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público 64	
4.2.1.	Acuerdo Municipal de tarifas para cobro del impuesto de Alumbrado Público .	64
4.2.2.	Situación financiera actual sobre la prestación del servicio de alumbrado público 68	
4.3.	Situación técnica actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público 73	
4.3.1.	Censo actual de luminarias del Sistema de Alumbrado Público	73
4.3.2.	Cobertura de alumbrado público – Infraestructura	75
4.3.3.	Consumo actual del parque lumínico instalado en el municipio	79
4.3.4.	Tipo de apoyo del SALP (postes)	80
4.3.5.	Infraestructura eléctrica exclusiva (redes, canalizaciones, registros, puesta a tierra, transformadores y brazos) de Alumbrado Público	82
4.3.6.	Perfiles lumínicos existentes en el municipio	83
4.4.	Inventario de espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular....	84
4.4.1.	Inventario de espacios públicos de libre circulación peatonal	84
4.4.2.	Inventario de espacios públicos de libre circulación Vehicular	84



4.5.	Índice de cobertura del servicio de Alumbrado Público	85
4.5.1.	Índice de cobertura de vías	85
4.5.2.	Plan de movilidad sostenible y segura de Paipa.....	86
4.5.3.	Índice de cobertura de bienes de uso público con servicio de alumbrado público 86	
4.5.4.	Desempeño de la calidad del servicio de alumbrado público	87
5.	Definición de las necesidades del servicio de alumbrado público	92
5.1.	Marco conceptual: criterios de diseño de iluminación en alumbrado público 92	
5.1.1.	Definiciones en diseño de alumbrado público.....	92
5.1.2.	Metodología Diseños de Iluminación de Alumbrado Público.....	95
5.1.3.	Parámetros fotométricos a cumplir	97
5.1.4.	Parámetros eléctricos a cumplir	103
5.2.	Diseño de iluminación alumbrado público de Paipa	103
5.2.1.	Variables ambientales	103
5.2.2.	Dimensiones del diseño de iluminación.....	103
5.2.3.	Clasificación de vías en el municipio	104
5.3.	Características de las luminarias.....	107
5.3.1.	Propuesta número 1	108
5.3.2.	Propuesta número 2	112
5.3.3.	Propuesta número 3	116
5.4.	Selección de referencia propuesta para el proyecto	120
5.4.1.	Consolidado diseño de vías y zonas exclusivas: expansiones.....	124
5.4.2.	Consolidado diseño de vías y zonas exclusivas: modernización	126
5.5.	Análisis de eficiencia energética con tecnología LED	127
5.5.1.	Definición, principios básicos y ventajas.....	127
5.5.2.	Análisis del consumo sobre el censo de luminarias	129



5.5.3.	Propuesta de eficiencia energética	130
5.5.4.	Análisis técnico de la propuesta de eficiencia energética	131
5.5.5.	Análisis de disminución de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente 132	
5.5.6.	Impacto medioambiental.....	133
5.6.	Desarrollos tecnológicos.....	134
5.6.1.	Descripción proyecto telegestión	134
5.6.2.	Especificaciones técnicas de los sistemas de telegestión.....	140
5.6.3.	Características para el sistema de telegestión de alumbrado público	142
5.6.4.	Requerimientos generales para la puesta en servicio del sistema de telegestión 150	
5.7.	Plan de manejo ambiental	151
6.	Alternativas para implementación del esquema de prestación del servicio de alumbrado público.....	152
6.1.	Prestación por el Municipio	152
6.2.	Prestación por personas jurídicas distintas del Municipio	162
6.2.1.	Prestación por personas jurídicas de Derecho público	162
6.3.	Análisis DOFA de cada alternativa de prestación en el contexto del municipio 178	
7.	Determinación de costos máximos para la prestación del servicio de alumbrado público según la Resolución CREG 101 013 de 2022.....	179
7.1.	Determinación de costos del esquema financiero de Alumbrado Público ...	179
7.1.1.	Costos de las unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público.....	180
7.1.2.	Valoración a precios nuevo y puesto en operación de la infraestructura instalada 185	
7.1.3.	Costo del suministro de la energía	188
7.1.4.	Costo máximo de la actividad de inversión del Sistema de Alumbrado Público 194	



7.1.5.	Costos de administración, operación y mantenimiento de los activos del Sistema de Alumbrado Público	199
7.1.6.	Costo de la interventoría	203
7.1.7.	Costos ambientales	204
7.1.8.	Pago del uso de activos de terceros	204
7.1.9.	Sistema de Gestión de Activos.....	204
7.1.10.	Alumbrado Navideño, Ornamental y Proyectos de Smart Cities	204
7.1.11.	Gastos fiduciarios	205
7.1.12.	Gastos financieros	205
7.1.13.	Costos pólizas, tramites e impuestos	205
7.2.	Suficiencia financiera del impuesto de Alumbrado Público	205
8.	Esquemas propuestos de prestación del servicio de alumbrado público	215
8.1.	Modelo financiero de la prestación del servicio de alumbrado público (concesión)	216
8.1.1.	Infraestructura después de la inversión.....	218
8.1.2.	CAOM	218
8.1.3.	CINV.....	219
8.1.4.	Costo de la energía con destino al SALP	220
8.1.5.	Escenarios Modelos Financieros	221
8.2.	Modelo financiero de la prestación del servicio de alumbrado público (Sociedad de Economía Mixta)	223
9.	Conclusiones y/o recomendaciones.....	236
10.	Anexos Estudio Técnico de Referencia	239



Guía de Tablas

Tabla 1.Recaudo Impuesto de alumbrado público	69
Tabla 2. Facturación energía con destino al SALP	70
Tabla 3.Cantidades y potencias actuales de luminarias de alumbrado público en el municipio de Paipa	74
Tabla 4.Censo luminarias existentes en el área urbana del municipio	76
Tabla 5.Resumen luminarias existentes por tecnología área urbana	76
Tabla 6.Censo luminarias existentes en el área rural del municipio	78
Tabla 7. Resumen luminarias existentes por tecnología área rural.....	78
Tabla 8.Potencia instalada en el parque lumínico del municipio.....	79
Tabla 9. Tipo de Apoyo (postes) del sistema de AP del Municipio	81
Tabla 10. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones. Fuente: RETIE.....	82
Tabla 11. Infraestructura eléctrica existente SALP del Municipio.....	83
Tabla 12. Perfiles lumínicos del municipio	84
Tabla 13. Zonas exclusivas con cobertura de alumbrado público en el municipio	84
Tabla 14.Espacios públicos de libre circulación vehicular	85
Tabla 15.Tabla 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP.....	98
Tabla 16. 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP.....	98
Tabla 17.Tabla 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP.....	99
Tabla 18.Tabla 3.3.1.5.b. Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con clases de iluminación P para otras zonas del espacio publico	100
Tabla 19.Tabla 3.3. 1.2.a. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010.	101
Tabla 20.Tabla 3.3.1.8. b RETILAP.....	102
Tabla 21.Tabla 3.3.1.8. c. RETILAP.....	102
Tabla 22.Perfiles lumínicos del municipio	106
Tabla 23.Perfiles lumínicos del proyecto de iluminación del municipio	107
Tabla 24.Rango de potencias luminarias LED	108



Tabla 25.Características de las luminarias ROY ALPHA.....	108
Tabla 26. Luminaria ROY ALPHA	109
Tabla 27. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP.....	109
Tabla 28. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP	110
Tabla 29.Características del perfil	111
Tabla 30. Simulación de perfiles tipo resultantes.....	112
Tabla 31.Características luminarias PHILIPS	112
Tabla 32. Luminarias PHILIPS	113
Tabla 33. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP.....	113
Tabla 34.Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.b.....	114
Tabla 35.Características del perfil	115
Tabla 36. Simulación de perfiles tipo resultantes.....	116
Tabla 37.Características de las luminarias	116
Tabla 38. Luminaria SCHREDER	117
Tabla 39. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.c.....	118
Tabla 40. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.b.....	118
Tabla 41.Características del perfil	120
Tabla 42. Simulación de perfiles resultantes	120
Tabla 43.Resultados lumínicos	123
Tabla 44.Consolidado diseño en vías y zonas exclusivas: expansiones.....	124
Tabla 45.Materiales contemplados proyectos de expansión	126
Tabla 46.Consolidado diseño en vías y zonas exclusivas: modernización	126
Tabla 47.Potencia propuesta en el área urbana y rural del municipio. modernización	127
Tabla 48.Potencia propuesta en el área urbana y rural del municipio: expansión	127
Tabla 49.Potencia instalada en el municipio	130
Tabla 50.Potencia instalada en el municipio. Etapa 1	131
Tabla 51.Consumo del municipio y eficiencia energética	131
Tabla 52.Consumo del Municipio y cálculo de impacto ambiental.....	132
Tabla 53.Porcentaje reducción de CO2 modernización en el municipio	134



Tabla 54. Costos totales y por actividad para un mes tipo.....	180
Tabla 55. Costo Unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público	185
Tabla 56. Vida útil de las unidades constructivas de alumbrado público	185
Tabla 57. Valoración precios de reposición a nuevo UCAP	188
Tabla 58. Precio promedio ponderado componente G. Mercado Regulado y No Regulado	190
Tabla 59. Costo de la energía con destino al SALP.....	191
Tabla 60. Consumo de energía SALP actual.....	192
Tabla 61. Consumo de energía SALP actual.....	194
Tabla 62. Costo de inversión por UCAP.....	199
Tabla 63. Costos de inversión	199
Tabla 64. Costos AOM Luminarias	202
Tabla 65. Costos AOM activos diferentes a las luminarias.....	203
Tabla 66. Información SUI	206
Tabla 67. Análisis de facturación y recaudo.....	207
Tabla 68- Ingreso Régimen Especial.....	207
Tabla 69. Costo de energía con destino al SAP 2023	208
Tabla 70. Tarifas propuestas régimen general.....	210
Tabla 71. Tarifas propuestas régimen especial	211
Tabla 72. Ingresos requeridos impuesto de AP.....	212
Tabla 73. Datos de entrada del modelo económico	217
Tabla 74. Infraestructura del SALP después de la inversión.....	218
Tabla 75. CAOM Luminarias	219
Tabla 76. CAOM Activos diferentes a luminarias	219
Tabla 77. Descripción CINV del proyecto	220
Tabla 78. Costo de la energía para el modelo financiero	221
Tabla 79. Escenarios modelo financiero.....	222
Tabla 80. Datos de entrada del proyecto.	224
Tabla 81. Presupuesto detallado ESP MIXTA Municipio de Paipa. Fuente de elaboración propia.2025.	232
Tabla 82. Infraestructura del SALP después de la inversión.....	232



Tabla 83.CAOM Luminarias	233
Tabla 84.CAOM Activos diferentes a luminarias	233
Tabla 85. Descripción CINV del proyecto. SEM. 2025.	234
Tabla 86. Costo de la energía para el modelo financiero	235

Guía de Graficas

Grafica 1. Porcentaje cantidades de luminarias existentes en el municipio	75
Grafica 2.Porcentaje luminaria por tecnología área urbana	77
Grafica 3.Porcentaje luminaria por tecnología área rural.....	78
Grafica 4.Distribución del consumo de energía eléctrica de las luminarias del SALP del municipio	80
Grafica 5.Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.	110
Grafica 6.Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.	114
Grafica 7.Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.	119

Guía de Imágenes

Imagen 1. Escudo del municipio	13
Imagen 2. Bandera del municipio	14
Imagen 3. Distancia d y d1 en cruce y recorridos de vías	81
Imagen 4. Imagen 5. Cabecera municipal de Paipa Boyacá. Fuente Google maps- 2024.	104
Imagen 5.Sección de Perfiles viales del Municipio	105



Introducción

El artículo 311 de la Constitución Política de Colombia precisa que todos los municipios y/o distritos les corresponde la prestación de los servicios públicos dictaminados por ley, en la búsqueda del cumplimiento de los fines estatales estipulados por el artículo 365 de la misma norma; garantizando su eficiencia en la prestación, siendo promotores de bienestar y calidad de vida para todos los residentes del Municipio.

El servicio de Alumbrado Público se instituye como esencial, debido a que con su prestación se busca satisfacer y proteger derechos colectivos como la seguridad ciudadana y la libre circulación, promoviendo espacios iluminados y ambientes seguros para la toda la ciudadanía. A el Municipio de Paipa – Boyacá lo reviste el deber que tiene como ente territorial encargada de la prestación de los servicios públicos esenciales donde se encuentra incluido el Alumbrado Público, buscándose cumplir con todos los objetivos establecidos en el Plan de Desarrollo Municipal “Paipa nos mueve. Un futuro que construimos todos 2024-2027” relacionados con el incremento de la cobertura de la prestación del servicio de Alumbrado Público por medio de la ejecución de proyectos de modernización y expansión, promoviendo la implementación de nuevas tecnologías que fomenten el uso eficiente y racional de energía eléctrica siendo sostenibles con el cuidado del medio ambiente al reducir las emisiones de Dióxido de Carbono.

En línea con lo anterior y en la búsqueda de darle cumplimiento a todas las metas trazadas en lo concerniente con la prestación del servicio de alumbrado público, se hace fundamental realizar un Estudio Técnico de Referencia, acatando las normativas dispuestas en el Decreto 943 del 30 de mayo de 2018, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación actual de la prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio de Paipa, permitiéndose realizar la identificación de todas las necesidades relacionadas con los procesos de expansión y modernización, pudiéndose con esto brindarle al Municipio los escenarios viables que solucionen las necesidades detectadas, a través de la determinación de costos de prestación del servicio, las inversiones requeridas y los mecanismos de financiación que garanticen una estructura financiera eficiente y eficaz para el Sistema de Alumbrado Público de Paipa.

Para el proceso de determinación de los costos asociados con la prestación del servicio de Alumbrado Público, se aplicarán todos los criterios establecidos en el Decreto 943 de 2018, y la metodología ordenada por la Resolución CREG 101 013 de 2022. Como fundamento del Estudio Técnico de Referencia se establece como soporte la información documental emitida por el Municipio y la solicitada a la empresa encargada de la prestación del servicio público quien se encarga del cálculo, facturación y recaudo del impuesto, así como también del suministro de energía eléctrica con destino al Sistema de Alumbrado Público. Por otra parte, se procederá a realizar la revisión de las tarifas del Impuesto de Alumbrado Público establecidas por el Municipio y el marco normativo local bien sea Acuerdo o Estatuto Tributario, con la finalidad de validar la aplicación de la regulación vigente, en específico la establecida por la Ley 1819 de 2016.

De manera definitiva, el siguiente Estudio Técnico de Referencia proporciona bases que le permiten detectar las necesidades presentes en el sistema, determinar los costos de la prestación del servicio, y la búsqueda del mecanismo adecuado para la gestión y prestación del servicio, velando por la consecución de los objetivos y el establecimiento del escenario ideal para la realización de las inversiones requeridas por el SALP del municipio de Paipa Departamento de Boyacá.



Objetivos del Estudio Técnico de Referencia

Objetivo general

Establecer un diagnóstico general sobre la situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el Municipio de Paipa desde la óptica técnica, jurídica y financiera, analizando las condiciones técnicas, el modelo de prestación del servicio y el comportamiento del flujo financiero, para el establecimiento de soluciones adecuadas y la determinación de costos del Sistema de Alumbrado Público, de acuerdo con la metodología establecida por el Ministerio de Minas y Energía, acatando lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, y los criterios del Decreto 943 de 2018, donde se ordena que los Municipios y Distritos deben realizar Estudios Técnicos de Referencia sobre la prestación del servicio de Alumbrado Público, con el objetivo de determinar de los costos para cada actividad aunada a este.

Objetivos específicos

- Determinar el estado actual del Sistema de Alumbrado Público, realizando el inventario de luminarias y demás activos de infraestructura eléctrica para evaluar cada uno de los factores que repercuten en su funcionamiento eficiente, con el objetivo de modernizarlo, expandirlo o reopotencializarlo.
- Realizar el análisis jurídico al modelo actual de prestación del servicio de Alumbrado Público desde su parte contractual y regulatoria.
- Realizar análisis financiero actual sobre la prestación del servicio de Alumbrado Público, desde la revisión de los ingresos y egresos que ha tenido el proyecto en los últimos años.
- Efectuar el estudio normativo y de suficiencia financiera de la fuente de financiación y el Acuerdo Municipal vigente.
- Proporcionar las soluciones o mecanismos adecuados para llevar a cabo las inversiones que requiere el Sistema de Alumbrado Público.
- Determinar las tarifas del Impuesto de Alumbrado Público de acuerdo al modelo financiero de costos del Sistema de Alumbrado Público, las cuales se determinan teniendo en cuenta aspectos socioeconómicos y demográficos del Municipio, análisis de consumo de energía, el inventario de luminarias, entre otros.
- Presentar las diferentes alternativas que permitan determinar el modelo óptimo de operación para garantizar la prestación adecuada del Servicio de Alumbrado Público Municipal, promoviendo condiciones de calidad, cobertura y eficiencia del sistema.

1. Caracterización del Municipio

1.1. Presentación

Paipa es un municipio colombiano situado en el centro oriente de Colombia, perteneciendo administrativamente a la provincia de Tundama en el departamento de Boyacá.

Paipa es una población boyacense, turística por excelencia, famosa por sus aguas termales a las que les atribuyen beneficios terapéuticos, por la bondad de su clima y la belleza de sus paisajes. Además de estas características, Paipa es conocida por productos típicos como la almojábana, el pan de yuca y otros productos más.

1.2. Símbolos

Los símbolos del municipio de Paipa se exponen a continuación:



13

Imagen 1. Escudo del municipio



Imagen 2. Bandera del municipio

1.3. Información general

Nombre del municipio: Municipio de Paipa

NIT: 891801240-1

Código DANE: 15516

Gentilicio: Paipanos

Extensión territorial: 395 km²

1.4. Información poblacional

A partir de información recuperada desde el Sistema de Estadísticas Territoriales TERRIDATA 2024, a continuación, se expondrán los datos correspondientes a la población del municipio de Paipa – Boyacá, a corte diciembre 2023:

- Población total: 36.078 personas
- Densidad poblacional: 91,34 hab/km²
- Población masculina: 17.467 (48,41%)
- Población femenina: 18.611 (51,59%)
- Población urbana: 22.564 personas
- Población rural: 13.514 personas

1.5. Economía



En la estructura económica regional, Paipa participa ampliamente con diversos productos en cada uno de los sectores económicos, entre los que se puede destacar:

En el sector primario se maneja la agricultura, la ganadería y la minería. Dentro de la agricultura se cultivan avena, cebada, maíz, trigo, papa y legumbres.

En la ganadería se obtienen productos como la leche y la carne. También se cultivan frutales. Lo mismo que la explotación artesanal minera del carbón, la arena y mineral de piedra.

En el sector secundario sobresalen algunas industrias de textiles, químicos, fabricación de productos en madera, productos alimenticios y de construcción.

En el sector terciario se destaca principalmente el turismo el cual es una de las principales actividades económicas que presenta el municipio, destacándose como una de las mayores fuentes de empleo, sin dejar de lado el sector transporte ya que es el medio de conexión entre el turista y los atractivos.

El desarrollo comercial está basado principalmente en la oferta de bienes de primera necesidad y desde luego el comercio de artesanías y productos derivados de la leche (lácteos y almojábanas) que están altamente relacionados con la actividad turística.

1.6. Ubicación

El municipio de Paipa está localizado en el valle de Sogamoso, uno de los valles internos más importantes de la región andina, en la parte centro oriental del país y noroccidental del departamento de Boyacá a 2.525 mts sobre el nivel del mar; dista aproximadamente 184 Km de Bogotá y 40 Km de Tunja. Su cabecera municipal se encuentra a los 5° 47' de latitud norte y 73° 06' de longitud oeste.

15

1.7. Ecología

Descripción física del territorio

Paipa presenta una temperatura promedio de 13°C, con una precipitación media anual: 944mm., con una extensión de 30.592,41 hectáreas aproximadamente. El Municipio localiza en la Cordillera Oriental de Colombia, y se caracteriza por presentar rocas sedimentarias de origen marino y continental, y la presencia de algunos cuerpos ígneos intrusivos. La edad de las rocas estratificadas presentes varía entre el Triásico y el Terciario Superior; otros depósitos sedimentarios recientes pertenecen al período Cuaternario.

La Falla de Boyacá, accidente tectónico regional marca la división de dos conjuntos de facies sedimentarias y rasgos morfoestructurales característicos; la región al Norte de la falla, con presencia de depósitos Jura-Triásicos y Cretáceos marinos de amplios pliegues, y otra región hacia el Sur de la misma falla, caracterizada por la presencia de sedimentos Terciarios continentales, sedimentos marinos del Cretáceo superior y la presencia de cuerpos ígneos volcánicos andesíticos. Las cuencas hidrográficas son un conjunto de aspectos, recursos, y

desarrollos, que actúan sincronizadamente. Dos grandes componentes se fusionan en una cuenca hidrográfica: el fisió-biótico y el socio-económico.

Su interacción rompe en ocasiones numerosos equilibrios logrados a través de siglos por la naturaleza, pero, puede conformar una nueva estabilidad transitoria o permanente, si se somete la cuenca a planes de ordenamiento y manejo adecuados. Para ordenar una cuenca hidrográfica es indispensable distinguir sus características físicas y bióticas, entender los grupos humanos que usufructúan los recursos del área, conocer la infraestructura que ha instalado el Estado y consultar los planes que rigen la región donde se ubica la cuenca (Araque, 1999, citado en descripción física del municipio en la página web oficial Alcaldía Municipal, 2024).

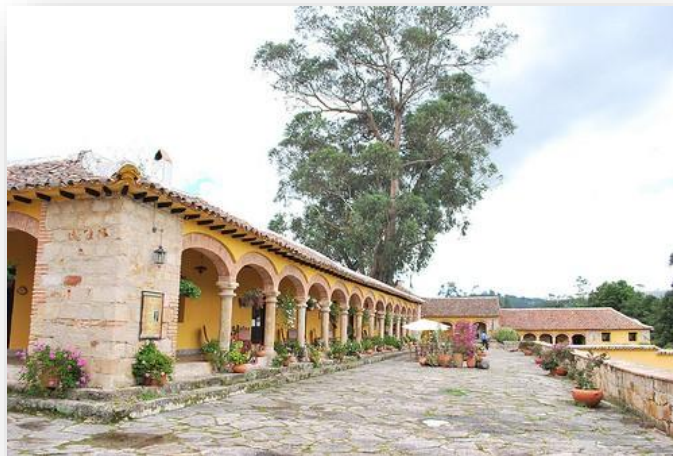
1.8. Sitios de interés

Paipa, Capital Turística del departamento de Boyacá ubicada a 45 Km de Tunja, se caracteriza por sus fuentes y piscinas termales, su historia y la gran variedad de eventos que aquí se realizan como el Concurso Nacional de Bandas, El Festival de la Ruana y el Pañolón, el Festival del Lago Sochagota, las ferias y fiestas; entre otros eventos. Entre sus principales atractivos se encuentran: el Lago Sochagota, apto para practicar deportes náuticos; el sitio histórico Pantano de Vargas, y su gran infraestructura hotelera y de servicios. También sobresalen las artesanías, tanto las locales como las traídas de otras regiones, y la gastronomía dentro de la cual son tradicionales las almojábanas, el masato, las colaciones, los quesos y la gran variedad de comida típica que se ofrece en los diferentes restaurantes y asaderos de la ciudad.

16

A continuación, se exponen sitios emblemáticos del municipio para visitar:

Hotel Hacienda Del Salitre



Lago Sochagota



Aguas Termales

17



Monumento Pantano de Vargas



Catedral de Paipa





2. Conceptos sobre el servicio de alumbrado público

Actividades que comprenden la prestación del servicio de alumbrado público: De acuerdo con el Decreto 2424 de 2006, el servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público.

Ahora bien, el Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía incluyó dentro de las actividades, el desarrollo tecnológico asociado a él y la interventoría en los casos que aplique.

Actividad de Administración y Operación: Es la actividad del Servicio de Alumbrado Público, que incluye entre otros, los gastos de administración, operación y mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público.

La actividad de operación incluye todas las acciones encaminadas a garantizar la adecuada iluminación de los diferentes tipos de vías y espacios públicos, tales como cuadrillas de reparación, de inspección nocturna y diurna, cambio de elementos, etc. Puede incluir el call center para la recepción de quejas y reclamos, si el mismo está contratado con el prestador de la actividad.

19

Actividad de Inversión: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la expansión de la infraestructura propia del sistema, la modernización por efectos de la Ley 697 de 2001, la reposición de activos, y la instalación de los equipos de medición de energía eléctrica, con los respectivos accesorios para ello. Incluye la reposición de activos, cuando su valor permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Por su parte, por modernización del sistema de alumbrado público se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes. Las pautas de estos cambios están contenidas en el libro 2 artículo 2.6.1 del RETILAP 2024, entre otras son las siguientes:

- a. Requisitos de marcación de acuerdo a lo estipulado en la tabla 2.6. 1.a.
- b. Eficacia Luminosa: Para las luminarias de alumbrado público debe ser superior a 130 lm/W (no aplica para luminarias con fuentes de alta intensidad de descarga).
- c. Las luminarias de alumbrado público deben tener un índice de reproducción cromática (CRI) mínimo de 70.



- d. Vida útil: La vida útil de las luminarias de alumbrado público debe ser igual o mayor que 100000 h@ L70 y B10 para luminarias LED.
- e. THDi menor o igual al 20 % cuando los productos sean equipados con tecnología LED.
- f. Factor de potencia debe ser mayor o igual a 0,9.
- g. Los refractores, ópticas y lentes deben ser, resistentes a cambios bruscos de temperatura, resistentes a altas temperaturas durante períodos prolongados, cristalización, rompimiento y amarillamiento, para el caso en que sean fabricados en plástico, o algún tipo de polímero deben contar con protección contra radiación ultravioleta. En sistemas de alumbrado público no se deben usar refractores, ópticas o lentes en acrílico ni con acabado prismático.
- h. El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X para bloque óptico y eléctrico.
- i. Las luminarias de alumbrado público deben contar como mínimo con grado de resistencia al impacto mecánico de IK 08 o 5 Joules.
- j. Las luminarias de alumbrado público deben ser Clase de aislamiento eléctrico I o II.
- k. Las luminarias para suspensión en cables o guayas deben estar provistas de dispositivos de sujeción para este propósito y se debe informar en el manual de instrucciones y la ficha técnica, el o los tamaños de cables o guayas para los que son adecuados los dispositivos de sujeción. Los dispositivos de suspensión no deben dañar el cable del tramo durante la instalación ni durante el uso normal de la luminaria.
- l. Las luminarias de alumbrado público deben contar con medios de sujeción lo suficientemente robustos, de tal manera que se prevenga que dichas partes se desajusten derivando en la posibilidad de desprendimiento o caída de la luminaria, exponiendo al peligro a las personas, animales o el entorno, por lo cual se debe realizar la prueba de vibración y carga estática.
- m. Los refractores de vidrio deben ser templados de seguridad, deben poder fracturarse en pedazos pequeños y se debe corroborar el cumplimiento del requisito mediante prueba destructiva.
- n. Revestimiento anodizado de los reflectores, para luminarias de alumbrado público. (Espesor mínimo de 5 micras en las superficies lisas y planas).



- o.** Todas las luminarias de alumbrado público para instalación en poste deben contar con un aditamento o un sistema de fijación que permita su instalación vertical (instalación en poste sin brazo) y horizontal (instalación sobre brazo). Para cualquiera de estos dos sistemas se debe permitir un ajuste del ángulo de inclinación de la luminaria, al menos en todos los siguientes pasos: -10° , -5° , 0° , 5° , 10° .
- p.** Se deben seguir los requisitos especificados para el cableado y calibre de conductores, de acuerdo con la norma IEC 60598-1 o la norma UL 1598.
- q.** Para los drivers de los productos de iluminación para alumbrado público que cuenten con funciones integradas adicionales a las de iluminación deben cumplir con los requisitos de potencia en modo de espera del artículo 2.2.5.

Alcance: Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: de alcance corto, medio o largo.

Actividad de Mantenimiento: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la revisión y reparación periódica de todos los dispositivos y redes involucrados en el Servicio de Alumbrado Público, de tal manera que pueda garantizarse a la comunidad del municipio o distrito un servicio eficiente y eficaz.

21

El mantenimiento comprenderá como mínimo las siguientes labores: revisión, limpieza y remplazo de luminarias y bombillas, revisión y reparación de abrazaderas, conductores, interruptores de bombillas, postes y mástiles, redes aéreas y subterráneas exclusivas, cajas de inspección, canalizaciones, transformadores exclusivos, y demás elementos del sistema; así como la poda de árboles sólo en las redes aéreas exclusivas.

La actividad de mantenimiento incluye también la reposición de activos, cuando su valor no permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Altura de montaje: Distancia vertical desde un plano de referencia (por ejemplo, el suelo o el plano de trabajo), a una luminaria.

Actividad de Suministro de Energía Eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público: Es el suministro de energía eléctrica destinado a la prestación del Servicio de Alumbrado Público que el municipio y/o distrito contrata con una empresa comercializadora de energía mediante un contrato bilateral para dicho fin.

Activo del Sistema de Alumbrado Público: Es el conjunto de Unidades Constructivas de Alumbrado Público conectados a un sistema de distribución de energía eléctrica, cuya finalidad es la iluminación de un determinado espacio público, con una extensión geográfica definida, que se encuentra en operación y están debidamente registrados como tales en el Sistema de



Información de Alumbrado Público, SIAP, de un municipio y/o distrito. Estos activos podrán estar aislados eléctricamente de las redes de distribución de energía.

Activos Vinculados al Servicio de Alumbrado Público: Son los bienes que se requieren para que un prestador del Servicio de Alumbrado Público opere el sistema de alumbrado público.

Ampliación: Instalar luminarias de sodio en lugares donde existe la infraestructura necesaria; postes, redes.

AOM: Valor de los gastos de administración, Operación y Mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público.

Campo visual: Parte de una escena externa que se percibe cuando un observador mira en algún punto.

Candela (cd): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa, igual a la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y tiene una intensidad radiante en esa dirección de $1/683$ W / sr.

Candela por metro cuadrado (cd/m²): Unidad de luminancia.

Capacidad Visual: Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino, por medio del músculo ciliar.

Curva Isolux: Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.

Conceptos técnicos referentes a iluminación

- **Eficacia luminosa:** Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa o luminaria y la potencia consumida por la misma. Se expresa en lúmenes/vatio (lm/W). El término eficacia luminosa se puede aplicar a un solo componente, múltiples componentes, o en conjunto con cualquier equipo de control eléctrico asociado. El usuario deberá indicar si el valor expresado se refiere a la fuente, o a una luminaria completamente ensamblada.
- **Flujo luminoso (Φ):** Generación de radiación visible de una fuente luminosa por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).
- **Iluminancia (E):** Densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).
- **Intensidad luminosa (De una fuente puntual de luz en una dirección dada), (I):** Flujo luminoso por unidad de ángulo sólido en la dirección en cuestión. Por lo tanto, es el flujo luminoso sobre una pequeña superficie centrada y normal a esa dirección, dividido por el ángulo sólido (en estereorradianes) el cual es subtendido por la superficie en la fuente.



- **Luminancia (L):** En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado (cd/m²).

Contrato de Suministro de Energía para el Alumbrado Público: Corresponde al contrato bilateral suscrito entre el municipio o distrito con las empresas comercializadoras de energía eléctrica.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Depreciación luminosa de una fuente luminosa: Relación entre la salida de lúmenes de la bombilla después de un período prolongado de funcionamiento en condiciones de funcionamiento nominales y su salida de lúmenes inicial en las mismas condiciones de funcionamiento.

Deslumbramiento: Sensación producida por luminancias dentro del campo visual que son suficientemente mayores que la luminancia a la que los ojos están adaptados para causar molestia, incomodidad o pérdida de rendimiento visual o de visibilidad. Existen dos tipos de deslumbramiento, molesto o discapacitante. La magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición y la luminancia de la fuente, el número de fuentes y la luminancia a la que los ojos están adaptados.

23

Desarrollos Tecnológicos Asociados: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciber seguridad.

Desarrollo sostenible: Según la Ley 697 de 2001, artículo 3 se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

Desarrollos Tecnológicos Asociados al Servicio de Alumbrado Público: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información, las comunicaciones, entre otras.

Eficiencia Energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Expansión: Es la instalación de nuevos activos de alumbrado público por el desarrollo vial o urbanístico del municipio o distrito, o por el redimensionamiento del sistema existente.



Espacio Público: Entiéndase por espacio público el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los límites de los intereses, individuales de los habitantes. Tomado de la Ley 9 del 11 de enero de 1989, Reforma Urbana.

Fuente luminosa: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminancia promedio mantenida (E_m): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia media (iluminancia promedio) sobre la superficie especificada en el momento en que se debe realizar el mantenimiento. La iluminancia promedio mantenida se expresa en lux (lx = lm·m²).

Índice de deslumbramiento unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

Índice de disponibilidad: Indicador calculado en un periodo de tiempo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público está disponible para su uso y operatividad para el servicio.

Índice de Indisponibilidad: Indicador calculado en un periodo de tiempo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público está indisponible para su uso y operatividad para el servicio, o funciona deficientemente.

Infraestructura Compartida del Servicio de Alumbrado Público: Es el conjunto de bienes compuesto por los activos necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que forman parte de un sistema de distribución de energía eléctrica de un Operador de red y que son utilizadas por el prestador del Servicio de Alumbrado Público.

Infraestructura Propia del Servicio de Alumbrado Público: Es el conjunto de bienes compuestos por luminarias y elementos de alumbrado, al igual que los activos de redes eléctricas exclusivas necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que no forman parte de un sistema de distribución de energía eléctrica de un Operador de red.

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un



plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m²).

Luminaria: Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz transmitida desde al menos una fuente de radiación óptica y que incluye, excepto las propias fuentes, todas las partes necesarias para la fijación y protección de las fuentes y, cuando es necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²).

Mantenimiento: Comprenderá como mínimo las siguientes labores: revisión, limpieza y reemplazo de luminarias y bobillas, revisión y reparación de abrazaderas, conductores, interruptores de bombillas, postes y mástiles, redes aéreas y subterráneas exclusivas, cajas de inspección, canalizaciones, transformadores exclusivos y demás elementos del sistema; así como la poda de árboles solo en las redes aéreas exclusivas. La actividad de mantenimiento incluye también la reposición de activos, cuando su valor no permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Modernización o repotenciación del SALP: La modernización o repotenciación es el reemplazo de uno o más de los activos del Sistema de Alumbrado Público en razón a los desarrollos tecnológicos.

25

Niveles de Tensión: Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:

- a. **Extra alta tensión – EAT:** Corresponde a tensiones superiores a 230 kV. Tensión normalizada 345 kV y 500 kV.
- b. **Alta tensión – AT:** Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV. Tensiones normalizadas o nominales de 66 kV, 110 kV, 115 kV, 220 kV y 230 kV.
- c. **Media tensión – MT:** Los de tensión nominal superior a 1 000 V e inferior a 57,5 kV. Tensiones normalizadas o nominales de 11,4 kV, 13,2 kV, 34,5 kV, 44 kV.
- d. **Baja tensión – BT:** Los de tensión nominal menor o igual a 1 000 V y mayores o iguales de 25 V c.a. o 60 V c.c.
- e. **Muy Baja tensión – MBT:** Las tensiones inferiores a 25 V en corriente alterna y menores a 50 V en corriente continua. Conforme a la norma IEC 61140 de 2016.

Operador de Red - OR: Conforme lo dispuesto en la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, Operador de Red es la persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional, STR o Sistema de Distribución Local, SDL, incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional, STN. Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR



o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite Cargos de Uso corresponde a un municipio.

Plan Anual del Servicio de Alumbrado Público. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 del Decreto 2424 de 2006, los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del Servicio de Alumbrado Público que contemple entre otros la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería de detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con las normas técnicas y de uso eficiente de energía que para tal efecto expidió el Ministerio de Minas y Energía.

Proceso de Compra: Procedimiento de adquisición de elementos con destino a la administración, operación, mantenimiento, modernización y expansión de la infraestructura del servicio de alumbrado público.

Redes exclusivas del Sistema de Alumbrado Público: Son las Unidades Constructivas de redes eléctricas, dedicadas únicamente a la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que cuente con más de dos (2) luminarias.

Repotenciación: Proceso mediante el cual se reemplaza las luminarias de mercurio, mixtas y de otras fuentes no convencionales, por luminarias de sodio alta presión o led, para mejorar la calidad y eficiencia del sistema de alumbrado público.

Reposición de activos: consiste en la actividad de remplazar los activos del SALP por activos iguales o de similares características. Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público.

Responsabilidad de la Prestación del Servicio de Alumbrado Público: de conformidad con lo dispuesto en el artículo 4 del Decreto 2424 de 2006 los municipios o distritos son los responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público. El municipio o distrito lo podrá prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del Servicio de Alumbrado Público.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas expedido por el Ministerio de Minas y Energía, en la Resolución No. 181294 de 2008 y modificada mediante las resoluciones Nos. 180195 de 2009, 90708 y 90907 de 2013 y 90795 de 2014 o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

Última actualización: RESOLUCIÓN NÚMERO 40117 DE (02 ABR 2024) Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No. 181331 de 2009 y modificada por las resoluciones Nos. 180265, 180540 y 181568 de 2010, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.



Última actualización: RESOLUCIÓN NÚMERO 40150 DE (03 MAY 2024) Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Servicio de Alumbrado Público, SALP: Conforme lo dispuesto en el Decreto 943 de 2018 contenido en el Decreto 1073 de 2015 o aquellas normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan, *el sistema de alumbrado público comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público y todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica.*

Sistema de Información de Alumbrado Público, SIAP: Es el sistema de información a que hace referencia la Sección No. 580.1 del RETILAP, y aquellas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan, que incluye el registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público, el inventario georreferenciado de los componentes de la infraestructura; los consumos, la facturación y los pagos de energía eléctrica; los recaudos del Servicio de Alumbrado Público y los recursos recibidos para la financiación de la expansión del sistema, indicando la fuente.

Sistema de Información: Conjunto de medios que permiten recolectar, clasificar, integrar, procesar, almacenar y difundir información interna y externa que el municipio y/o distrito necesita para tomar decisiones en forma eficiente y eficaz.

Suministro de Energía Eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público: Es el suministro de energía eléctrica destinado a la prestación del Servicio de Alumbrado Público que el municipio y/o distrito contrata con una empresa comercializadora de energía mediante un contrato bilateral.

27

Tasa de Retorno: Tasa calculada a partir de la estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) en términos constantes y antes de impuestos.

Unidad Constructiva de Alumbrado Público - UCAP: Conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público.

Uso Racional de Energía, URE: Conforme lo dispuesto en la Ley 697 de 2001 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, es el *aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades de la cadena el desarrollo sostenible.*

Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Ley 697 de 2011, artículo 3)



Valor de eficiencia energética de la instalación (VEII): Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes.

Visibilidad: Calidad o estado de ser perceptible por el ojo. En muchas aplicaciones en exteriores, la visibilidad se define en términos de distancia a la cual un objeto puede ser percibido escasamente por el ojo.



3.Marco jurídico sobre el servicio de Alumbrado Público

A continuación, se presenta el marco jurídico, normativo y regulatorio sobre la prestación del servicio de alumbrado público:

3.1. Contexto jurídico del servicio de Alumbrado Público

El concepto de servicio público, es sustancialmente dinámico y flexible, de tal manera que el desarrollo económico y social van generando nuevas necesidades, determinando el surgimiento y la existencia de nuevos servicios que no habían sido comprendidos por el ordenamiento jurídico en su individualidad y particularidad, o que se encontraban subsumidos en otros, como es el caso del alumbrado público, que antes se consideró parte integrante del servicio domiciliario de energía, pero que dadas sus características, facilidades, financiación y forma de prestación, se ha generado la necesidad de entenderlo como un nuevo servicio sometido a reglas especiales.

Para establecer el contexto jurídico es necesario tomar como base la Constitución Política de Colombia, por lo que el presente estudio se sustenta en las disposiciones del Artículo 2, el cual dispone como fines esenciales del Estado el de servir a la comunidad y el de promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en éste documento. Dichos fines constituyen obligaciones improrrogables a cargo de las entidades estatales que tienen a su cargo la prestación de Servicios públicos.

La Constitución de 1991 en su artículo 311 establece que, al Municipio, como entidad fundamental de la división político administrativa del Estado, le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio.

De igual forma, en su artículo 365 contempla que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social de Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la Ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas o por particulares. En todo caso el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios.

3.2. Normatividad y regulación del servicio de alumbrado público

A diferencia de los aspectos técnicos en cuanto a las instalaciones eléctricas e iluminación, el servicio de Alumbrado Público históricamente no ha estado sujeto a un régimen jurídico legal



especial en cuanto su calidad de servicio, salvo las disposiciones de las leyes 97 de 1913, 84 de 1915, el inciso 2° del artículo 130 de la ley 142, el artículo 29 de la ley 1150 y algunas normas especiales contenidas en el artículo 191 de la ley 1753 de 2015, que fueron declaradas inexequibles por la Corte Constitucional, todo el régimen aplicable al servicio ha estado contenido en regulación de la CREG y en el Decreto Reglamentario 2424 de 2006, hasta la expedición de la ley 1819 de 2016.

Para un mejor entendimiento del marco jurídico del servicio de Alumbrado Público y todos sus componentes, es necesario hacer un recorrido por toda la regulación vigente aplicable al mismo.

3.2.1. Leyes 93 de 1913 y 84 de 1915

En el desarrollo legislativo encontramos la Ley 97/1913 a través de la cual fue creado el Impuesto de Alumbrado Público y que se centró básicamente en otorgar al Concejo de Bogotá la facultad para adoptar este tributo, tales facultades fueron extendidas a las entidades territoriales diferentes a Bogotá con la ley 84 de 1915, a partir de entonces los municipios fueron autorizados para establecer su cobro como mecanismo de financiación del Servicio de Alumbrado Público y establecer los elementos esenciales del tributo, sin embargo no define de qué tipo de servicio se trata ni determina cuál es su naturaleza.

3.2.2. Decreto 2424 de 2006

Con la expedición del Decreto 2424/2006, se regula la prestación del Servicio de Alumbrado Público, nuevamente se introduce la definición del servicio, se determina la responsabilidad del Municipio en su prestación, precisa el alcance de dicho servicio y se establece el régimen de contratación al que quedan sometidos los municipios y las empresas a las que se les concede su prestación.

Los municipios como responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público. “El Municipio o Distrito lo podrá prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público” Ley 697 de 2001, artículo 4. Además, los obliga a incluir dentro de sus presupuestos los costos de la prestación del servicio de alumbrado público y los ingresos por impuesto de alumbrado público en caso de que se establezca como mecanismo de financiación. Los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple, entre otros, la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería en detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con las normas técnicas y de uso eficiente de energía que para tal efecto expida el Ministerio de Minas y Energía en el Decreto 2424 de 2006, Artículo Quinto.

Todos los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público, que celebren los municipios o distritos con los prestadores del mismo se regirán por las disposiciones contenidas en el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, y



demás normas que lo modifiquen, adicionen o complementen. Los contratos que suscriban los municipios o distritos, con los prestadores del servicio de alumbrado público, para que éstos últimos asuman la prestación del servicio de alumbrado público o para que sustituyan en la prestación a otra que entre en causal de disolución o liquidación, deben garantizar la continuidad en la ejecución de la expansión con parámetros específicos de calidad y cobertura del servicio de alumbrado público.

Que los contratos para el suministro de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado Público, deberán cumplir con la regulación expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas para tal efecto. En todo caso, en los contratos de suministro de energía, se deberá garantizar la libre concurrencia de los oferentes en igualdad de condiciones. Para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se podrá adoptar por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) un régimen de libertad de precios o libertad regulada, de acuerdo con las reglas previstas en la Ley 142 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen.

El costo del servicio en los municipios o distritos que hayan establecido el impuesto de Alumbrado Público podrán cobrarlo en las facturas de los servicios públicos, únicamente cuando éste equivalga al valor del costo en que incurre por la prestación del mismo. La remuneración de los prestadores del Servicio de Alumbrado Público deberá estar basada en costos eficientes y podrá pagarse con cargo al impuesto sobre el Servicio de Alumbrado Público que fijen los municipios o distritos.

31

3.2.3. Ley 1150 de 2007

El Artículo 29 de la Ley 1150 de 2007 sobre disposiciones generales para la contratación con Recursos Públicos, introdujo al escenario normativo los elementos que se deben cumplir en los contratos estatales de alumbrado público así: *“ Todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del servicio de alumbrado público a terceros, deberán sujetarse en todo a la Ley 80 de 1993, contener las garantías exigidas en la misma, incluir la cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada, hacer obligatoria la modernización del Sistema, incorporar en el modelo financiero y contener el plazo correspondiente en armonía con ese modelo financiero.*

Así mismo, tendrán una interventoría idónea. Se diferenciará claramente el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, pues este se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994. La CREG regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley, deberán ajustarse a lo aquí previsto.”



3.2.4. Resolución CREG 123 de 2011

El artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 asigna la función a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, de establecer una 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, con base en lo dispuesto en los Literales c) y e) del artículo 23 de la Ley 143 de 1995.

El párrafo del artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 establece que para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se podrá adoptar por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, un régimen de libertad de precios o libertad regulada, de acuerdo con las reglas previstas en la Ley 142 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen.

El artículo 11 del Decreto 2424 de 2006 determina que para definir la metodología de que trata el artículo 10, la CREG aplicará los criterios de eficiencia económica, suficiencia financiera, simplicidad, transparencia e integralidad.

Es por ello que luego de varias consultas con el sector, la CREG expidió en el año 2011 la Resolución 123 que derogó la 043 de 1994 y determina los siguientes aspectos:

- 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.
- Para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se aplicará el régimen de libertad de precios de acuerdo con las reglas previstas en las Leyes 142 y 143 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen, según lo previsto en el párrafo del artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 y el último inciso del artículo 29 de la Ley 1150 de 2007.
- Las actividades que los municipios o distritos podrán remunerar a los prestadores del Servicio de Alumbrado Público son: administración, operación y mantenimiento e inversión en infraestructura requerida para el SALP.
- Las características técnicas del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público deben corresponder con lo establecido en los Códigos de Distribución y de Redes o aquellos que la modifiquen, adicionen o complementen, mientras que las características técnicas de los equipos de Alumbrado Público deben corresponder con las del RETILAP y la ley 697 de 2001 en lo que corresponda.
- Los costos de administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público incluyen la reposición de activos, cuando esta actividad no aumente significativamente el valor del activo y/o la vida útil del mismo. (...) En el evento en que la actividad mencionada produzca un aumento significativo del valor y/o la vida útil del activo, se considera inversión. (...) En todo caso, el municipio o distrito tendrá que definir previamente en que eventos se dará un

32



aumento significativo del valor y/o la vida útil de un activo de alumbrado público.

- Para la modernización del Sistema de Alumbrado Público deben tenerse en cuenta los conceptos de uso racional y eficiente de energía establecidos por RETILAP y aquellos contenidos en la Ley 697 de 2001.
- Los costos máximos anuales por concepto de AOM se determinarán a partir de una fracción del costo de reposición a nuevo de cada UCAP que compone el SALP de un Municipio o Distrito.
- Para la determinación del consumo de energía eléctrica, los activos de Alumbrado Público de los municipios o distritos deberán contar con sistemas de medición de acuerdo con las condiciones exigidas en la presente Resolución.
- Para la remuneración máxima de los gastos en AOM al prestador de servicio, la resolución calcula una tasa de 0,103 como Fracción máxima del costo de reposición (FAOM) a nuevo CRTAn (Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el Municipio y/o Distrito y aquella resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos constantes del mes de presentación de la oferta por parte del prestador del Servicio de Alumbrado Público, o del mes de actualización de precios.).

Nota: La Resolución CREG 123 de 2011 fue derogada por la Resolución CREG 101 013 de 2022, esta última vigente a la fecha. Dicha resolución es la encargada de establecer la metodología para la determinación de los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público en los municipios y distritos de la república de Colombia.

33

3.2.5. Inclusión del Servicio de Alumbrado Público en los Planes de Desarrollo Nacional

Es de destacar que, en el año 2015, mediante la aprobación de la Ley 1753 DE 2015 “por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. Se incluyó el artículo 191, que reza lo siguiente:

“Alumbrado Público. Es un servicio público esencial, regido por los artículos 56 y 365 de la Constitución Política. El Gobierno nacional, a través del Ministerio de Minas y Energía, reglamentará su prestación para que se asegure por parte de autoridades municipales y distritales lo siguiente:

1. El mejoramiento de la calidad de vida y de seguridad de los habitantes en el nivel nacional y territorial.
2. El financiamiento del Servicio de Alumbrado Público dentro del marco de sostenibilidad fiscal de la entidad territorial. En ningún caso podrá cobrarse por este servicio sin que se haya realizado la prestación del mismo en su área de influencia.
3. Una prestación eficiente y continua del Servicio de Alumbrado Público.
4. Se amplíe la cobertura en la prestación del Servicio de Alumbrado Público.



La prestación del Servicio de Alumbrado Público, inherente al servicio público de energía eléctrica, se registrará por los siguientes principios:

- a.** El principio de cobertura buscará garantizar una cobertura plena de todas las áreas urbanas de los municipios y distritos, y en centros poblados de las zonas rurales donde técnica y financieramente resulte viable su prestación, en concordancia con la planificación local y con los demás principios enunciados en el presente artículo.
- b.** En virtud del principio de calidad el servicio prestado debe cumplir con los requisitos técnicos que se establezcan para él.
- c.** Para efectos del presente artículo, el principio de eficiencia energética se define como la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada, en cualquier proceso de la cadena energética que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica.
- d.** El principio de eficiencia económica implica, entre otros aspectos, la correcta asignación y utilización de los recursos de tal forma que se busque la garantía de la prestación del servicio de alumbrado público al menor costo económico y bajo criterios técnicos de calidad.
- e.** En virtud del principio de homogeneidad se buscará que la metodología para determinar los costos totales máximos eficientes de prestación del Servicio de Alumbrado Público tengan una misma estructura para todos los municipios y distritos del país, y que los costos resultantes respondan a la realidad de cada Municipio o Distrito.
- f.** En virtud del principio de suficiencia financiera se promoverá que los prestadores del Servicio de Alumbrado Público tengan una recuperación eficiente de los costos y gastos de todas las actividades asociadas a la prestación del servicio y obtener una rentabilidad razonable.

34

Los costos y gastos eficientes de todas las actividades asociadas a la prestación del Servicio de Alumbrado Público serán recuperados por el municipio o distrito que tiene a cargo su prestación a través de una contribución especial con destinación específica para la financiación de este servicio. Dichos costos y gastos se determinarán de conformidad con la metodología que para tales efectos establezca el Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue.

Serán sujetos pasivos de la contribución del Servicio de Alumbrado Público quienes realicen consumos de energía eléctrica, bien sea como usuarios del servicio público domiciliario de energía eléctrica o como auto generadores y, en los casos en que no se realicen consumos de



energía eléctrica, los propietarios de los predios y demás sujetos pasivos del impuesto predial que se encuentren dentro de la jurisdicción del respectivo municipio o distrito. Lo anterior, teniendo en cuenta los criterios de equidad y progresividad.

El Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue determinará la metodología que contenga los criterios técnicos a considerar por parte de los concejos municipales y distritales para realizar la distribución del costo a recuperar entre los sujetos pasivos, para lo cual deberá tener en cuenta los principios definidos en este artículo.

Cuando el sujeto pasivo sea el usuario de energía eléctrica, para la liquidación de la contribución se deberá considerar el volumen de energía consumida. Cuando el sujeto pasivo sea el propietario de los predios y demás sujetos pasivos del impuesto predial, para la fijación de la contribución se deberá considerar los elementos del avalúo catastral del respectivo predio, teniendo en cuenta el área de influencia del Servicio de Alumbrado Público. El valor de la contribución en ningún caso sobrepasará el valor máximo que se determine de conformidad con los criterios de distribución contenidos en la metodología mencionada.

Los alcaldes municipales o distritales definirán los procedimientos de recaudo, y este podrá realizarse, entre otros, a través de la facturación propia del Municipio o Distrito, o de las empresas de servicios públicos domiciliarios de su jurisdicción. En este caso, la remuneración del servicio de facturación y recaudo se realizará de conformidad con la regulación aplicable a la facturación conjunta.

35

A partir de la vigencia de la presente ley, el suministro de energía eléctrica con destino al Servicio de Alumbrado Público deberá realizarse a través de contratos soportados en los mecanismos de cubrimiento que para el efecto determine el Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue dentro de los seis meses siguientes. En todo caso, el pago por el suministro de la energía, la facturación y el recaudo se podrán realizar mediante apropiación sin situación de fondos por parte de la entidad respectiva y a favor del comercializador de energía eléctrica.

Las personas prestadoras del Servicio de Alumbrado Público serán sujetos del control y vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en aspectos relacionados con la calidad y prestación del servicio. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios realizará la vigilancia y control sobre el cumplimiento de los reglamentos técnicos expedidos para regular el Servicio de Alumbrado Público.

Ley 1955 de 2019 “por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018-2022 “pacto por Colombia, pacto por la equidad”. En artículo 290°. NUEVOS AGENTES. La Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, en el marco de la función de garantizar la prestación eficiente del servicio público, de promover la competencia, evitar los abusos de posición



dominante y garantizar los derechos de los usuarios, dentro de la regulación sobre servicios de gas combustible, energía eléctrica y Alumbrado Público, incluirá:

1. Definición de nuevas actividades o eslabones en la cadena de prestación del servicio, las cuales estarán sujetas a la regulación vigente.
2. Definición de la regulación aplicable a los agentes que desarrollen tales nuevas actividades, los cuales estarán sujetos a la regulación vigente.
3. Determinación de la actividad o actividades en que cada agente de la cadena puede participar.
4. Definición de las reglas sobre la gobernanza de datos e información que se produzca como resultado del ejercicio de las actividades de los agentes que interactúan en los servicios públicos.
5. Optimización de los requerimientos de información y su validación a los agentes de los sectores regulados.

3.2.6. Ley 1819 de 2016

36

La Ley 1819 de 29 de diciembre 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, y se dictan otras disposiciones": en los artículos que a continuación se exponen, estableció sobre el tema del alumbrado público, señalo lo siguiente:

*“Artículo 349°. **Elementos de la Obligación Tributaria.** Los municipios y distritos podrán, a través de los consejos municipales y distritales, adoptar el impuesto de Alumbrado Público. En los casos de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, los concejos municipales y distritales podrán definir el cobro del impuesto de alumbrado público a través de una sobretasa del impuesto predial.*

El hecho generador del impuesto de Alumbrado Público es el beneficio por la prestación del Servicio de Alumbrado Público. Los sujetos pasivos, la base gravable y las tarifas serán establecidos por los concejos municipales y distritales.

Los demás componentes del impuesto de Alumbrado Público guardarán principio de consecutividad con el hecho generador definido en el presente artículo. Lo anterior bajo los principios de progresividad, equidad y eficiencia.

Parágrafo 1. Los municipios y distritos podrán optar, en lugar de lo establecido en el presente artículo, por establecer, con destino al Servicio de Alumbrado Público, una sobretasa que no



podrá ser superior al 1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.

Esta sobretasa podrá recaudarse junto con el impuesto predial unificado para lo cual las administraciones tributarias territoriales tendrán todas las facultades de fiscalización, para su control, y cobro.

Parágrafo 2. Dentro de los seis (6) meses siguientes a la expedición de la presente ley, el Gobierno Nacional reglamentará los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del impuesto, con el fin de evitar abusos en su cobro, sin perjuicio de la autonomía y las competencias de los entes territoriales.

Artículo 350°. **Destinación.** El impuesto de Alumbrado Público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado.

Parágrafo. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos.

Artículo 351°. **Límite del Impuesto Sobre el Servicio de Alumbrado Público.** En la determinación del valor del impuesto a recaudar, los municipios y distritos deberán considerar como criterio de referencia el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio. Los municipios y distritos deberán realizar un estudio técnico de referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público, de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue el Ministerio.

37

Artículo 352°. Recaudo y Facturación. El recaudo del impuesto de Alumbrado Público lo hará el Municipio o Distrito o Comercializador de energía y podrá realizarse mediante las facturas de servicios públicos domiciliarios. Las empresas comercializadoras de energía podrán actuar como agentes recaudadores del impuesto, dentro de la factura de energía y transferirán el recurso al prestador correspondiente, autorizado por el Municipio o Distrito, dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes al de su recaudo. Durante este lapso de tiempo, se pronunciará la interventoría a cargo del Municipio o Distrito, o la entidad municipal o Distrital a fin del sector, sin perjuicio de la realización del giro correspondiente ni de la continuidad en la prestación del servicio. El Municipio o Distrito reglamentará el régimen sancionatorio aplicable para la evasión de los contribuyentes. El servicio o actividad de facturación y recaudo del impuesto no tendrán ninguna contraprestación a quien lo preste.

3.2.7. Decreto 943 de 2018



“Por el cual se modifica y adiciona 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”.

Este decreto tiene su origen en el párrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 del 2016, estableció que el *"Gobierno Nacional reglamentará los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del impuesto, con el fin de evitar abusos en su cobro ... "En este Decreto se definieron los siguientes parámetros:*

- **Servicio de alumbrado público:** Servicio público no domiciliario de iluminación, inherente al servicio de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad al espacio público, bienes de uso público y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades.

El Servicio de Alumbrado Público comprende las actividades de suministro de energía eléctrica al Sistema de Alumbrado Público, la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión de dicho sistema, el desarrollo tecnológico asociado a él, y la interventoría en los casos que aplique.

Parágrafo. No se considera Servicio de Alumbrado Público la semaforización, los relojes digitales y la iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos de uso residencial, comercial, industrial o mixto, sometidos al régimen de propiedad horizontal, la cual estará a cargo de la copropiedad.

- **Se excluyen del Servicio de Alumbrado Público** la iluminación de carreteras que no se encuentren a cargo del Municipio o Distrito, con excepción de aquellos municipios y distritos que presten el Servicio de Alumbrado Público en corredores viales nacionales o departamentales que se encuentren dentro su perímetro urbano y rural, para garantizar la seguridad y mejorar el nivel de servicio a la población en el uso de la infraestructura de transporte, previa autorización de la entidad titular del respectivo corredor vial, acorde a lo dispuesto por el artículo 68 de la Ley 1682 de 2013.
- **Tampoco se considera Servicio de Alumbrado Público la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos**, pese a que las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a dichas actividades, de conformidad con el párrafo del artículo 350 de la Ley 1819 de 2016. "
- **Sistema de Alumbrado Público:** Comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al Servicio de Alumbrado Público, y en general todos los equipos necesarios para la prestación del



Servicio de Alumbrado Público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica. "

Otros de los elementos importante de este decreto en lo que tiene que ver con los **ESTUDIOS TÉCNICOS DE REFERENCIA**, que en el artículo 2.2.3.6.1.3.- definió lo siguiente: **Estudio Técnico de Referencia**.-De conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, los municipios y distritos deberán realizar, dentro de un plazo razonable, un estudio técnico de referencia de determinación de costos estimados de prestación en cada actividad del Servicio de Alumbrado Público, que deberá mantenerse público en la página web del ente territorial y contendrá como mínimo lo siguiente:

- a. **Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética.** Este incluirá el inventario de luminarias y demás activos de uso exclusivo del Alumbrado Público y los indicadores que miden los niveles de calidad, cobertura y eficiencia energética del Servicio de Alumbrado Público, establecidos de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.11 del presente decreto.
- b. **Definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos,** cumpliendo con las normas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, así como del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía.
- c. **Costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del Servicio de Alumbrado Público,** incluido el pago por uso de activos de terceros para este servicio, conforme con la metodología para la determinación de los costos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en los términos del artículo.
- d. **Determinación clara del periodo máximo** en el que el Estudio Técnico de Referencia será sometido a revisión, ajuste, modificación o sustitución atendiendo las condiciones particulares de cada territorio, sin que este periodo supere cuatro (4) años.

Criterios Técnicos para La determinación del Impuesto de Alumbrado Público. El Decreto 943 de 2018, en este aspecto definió lo siguiente:

“Artículo 2.2.3.6.1.7.-Criterios técnicos para la determinación del impuesto de Alumbrado Público. -Los municipios y distritos que adopten el impuesto de alumbrado público, a través de los concejos municipales y distritales, aplicarán al menos los siguientes criterios técnicos para la determinación del impuesto de Alumbrado Público, de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 de 2016, con el fin de evitar abusos en su cobro. El acuerdo municipal que adopte dicho impuesto, será publicado o divulgado según lo



establecido en el artículo 65 de la Ley 1437 de 2011:

- 1. Costos totales y por actividad:** Se calcularán los costos en los que se incurrirá para realizar todas y cada una de las actividades de la prestación del servicio de alumbrado público según lo establecido en el estudio técnico de referencia.

Adicionalmente, como criterio de evaluación del costo de energía, se obtendrá un histórico de precios de energía eléctrica para la demanda regulada y no regulada del país durante los tres años anteriores a la determinación del valor del impuesto, que podrá ser consultado en el portal del Operador del Sistema Interconectado XM, el cual se comparará con el costo de energía proyectado en el estudio técnico de referencia.

Cuando las entidades territoriales complementen la destinación del impuesto con actividades como la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos, se incluirán en los cálculos los costos asociados a estas actividades.

- 2. Clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público:** La clasificación de los usuarios del Servicio de Alumbrado Público, al ser una actividad inherente del servicio de energía eléctrica, se realizará de acuerdo con: i) El tipo de usuario (residencial, industrial, comercial, oficial, u otros); ii) el estrato socioeconómico; iii) su ubicación geográfica (urbano o rural); iv) la tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable a cada tipo de usuario; y v) Valor del impuesto predial, en el caso de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica.
- 3. Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliario:** Se considerará el consumo del servicio de energía eléctrica individual y por sectores. Para lo anterior se obtendrá el consumo de energía eléctrica promedio mensual de los últimos tres años por cada tipo de usuario, información que podrá ser consultada en el Sistema Único de Información –SUI, administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o directamente solicitada al Comercializador de Energía, según la clasificación del numeral anterior, y el porcentaje que este consumo representa del consumo total domiciliario del Municipio o Distrito.
- 4. Consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado público:** Se obtendrá el consumo de energía promedio mensual de los últimos tres años del Sistema de Alumbrado Público del Municipio o Distrito, información que podrá ser consultada con el Comercializador de Energía respectivo, con el fin de establecer el tipo de usuario (regulado o no regulada), que servirá como insumo para la contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.
- 5. Nivel de cobertura, calidad y eficiencia energética del Servicio de Alumbrado Público:** Para



la determinación del impuesto de Alumbrado Público, los concejos municipales y distritales considerarán el establecimiento de metas para los índices de cobertura, calidad y eficiencia del servicio de alumbrado público, de acuerdo con la reglamentación técnica vigente y lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6. 1. 11 del presente decreto. "

El Decreto 943 de 2018, también estableció unos parámetros respecto a la **METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO** y señalo lo siguiente:

"En aplicación de lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, para la determinación del valor del impuesto a recaudar, los municipios y distritos deberán considerar como criterio de referencia el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio. Los Municipios y Distritos deberán realizar un estudio técnico de referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público, de conformidad con la metodología para la determinación de costos que establezca el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue dicho Ministerio, pudiendo recaer dicha delegación en la Comisión de Regulación de Energía y Gas". La determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público deberá tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- 1.** Los costos totales y discriminados por unidades constructivas asociados a la inversión, modernización, expansión y reposición del Sistema de Alumbrado Público. Se incluirá la inversión de activos de terceros para el servicio de alumbrado público, excluyendo aquellos que sean entregados en forma gratuita o sean remunerados mediante otro mecanismo.
- 2.** Los costos de referencia asociados a la administración, operación, mantenimiento y desarrollo tecnológico del Sistema de Alumbrado Público, para lo cual se deberán tener en cuenta las diferentes tecnologías en fuentes luminosas y luminarias, así como las condiciones en las cuales opera el sistema (ambientales, geográficas, climatológicas, entre otras). Se incluirá el pago por uso de activos de terceros para el servicio de alumbrado público, excluyendo aquellos que sean remunerados mediante otro mecanismo.
- 3.** Los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público.
- 4.** Los costos de la actividad de suministro de energía.
- 5.** Los costos asociados a la gestión ambiental de los residuos del Alumbrado público derivados de la aplicación del plan de manejo ambiental de disposición y/o reciclaje de dichos residuos con el que cuente cada ente territorial en concordancia con la Ley 1672 de 2013.



3.2.8. Resolución CREG 101 013 DE 2022

A partir de las instrucciones impartidas por el Decreto 943 de 2018, la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG desarrolló la metodología de remuneración del servicio de alumbrado público a través de la Resolución 101 013 de 2022. La nueva metodología que, si bien conserva aspectos de la Resolución 123 de 2011, introdujo novedades y modificaciones a la forma de calcular los costos de la prestación del servicio e incluyó nuevos conceptos o actividades en la estructura de costos máximos; la metodología está determinada por las actividades que componen el servicio de alumbrado público. Es decir que la metodología se basa en la remuneración de actividades independientemente del esquema definido por el municipio o distrito para la ejecución de cada una de las actividades.

Esta metodología de costos constituye una guía que permite a los municipios y distritos desarrollar el cálculo a través de una formulación matemática de las principales variables, que representan los costos del servicio y trasladar a la tarifa del impuesto las actividades relacionadas con la prestación del servicio.

De acuerdo con lo anterior, la metodología considera lo siguiente:

- Se incluyen nuevas definiciones que no estaban contempladas en la resolución anterior (ej.: disposición final, interoperabilidad, excedentes de energía, eficiencia energética)
- Cuando el municipio o distrito suscribe un contrato de suministro de energía eléctrica con destino al alumbrado público, debe ser con un comercializador de energía que lo represente ante el mercado de energía.
- El municipio o distrito con independencia de la facultad para pactar su tarifa de electricidad destinada al alumbrado público no puede ser catalogado como usuario no regulado pues no cumple con la totalidad de las condiciones legales y regulatorias exigidas para ello.
- La Inversión reconoce los costos por los activos de la infraestructura propia del sistema de alumbrado público.
- El AOM reconoce los costos por la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura propia del sistema de alumbrado público.
- Otros Costos asociados al Sistema de Alumbrado Público (COTR), cuando estos se causen, nuevo concepto en la fórmula general de costos.
- El servicio de alumbrado público se presta a través de redes exclusivas de propiedad del municipio o de redes compartidas de propiedad del operador de red, OR. La expresión infraestructura compartida hace referencia entonces, a los activos de nivel de tensión 1 del OR local, en los cuales están instaladas las UCAP del sistema de alumbrado público.

42

Estudio Técnico de Referencia, ETR - Nuevo artículo



De conformidad con lo dispuesto y detallado en el artículo 2.2.3.6.1.3. del decreto 1073 de 2015, **los municipios o distritos deben realizar un Estudio Técnico de Referencia y publicarlo en su página web**, el cual incluirá como mínimo:

1. Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética. El diagnóstico debe contener, una descripción del estado de la prestación del servicio de alumbrado, y debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- a) **Inventario de la infraestructura:** El inventario de luminarias y demás componentes de la infraestructura del SALP deben estar debidamente registrados y actualizados en el Sistema de Información de Alumbrado Público, SIAP, de acuerdo con los criterios establecidos en la sección 3.3.3.1.1 Infraestructura del sistema de información de alumbrado público del RETILAP o aquellos que la modifiquen, adicionen, sustituyan o complementen. El inventario debe incluir la fecha de entrada en operación y el nivel de riesgo de cada activo de no prestar el servicio para el cual se encuentra en funcionamiento de acuerdo con su obsolescencia tecnológica.
- b) **Inventario de los espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular** considerados en la definición de espacios objeto del alumbrado público, clasificando estos espacios según su destinación, determinando el área o longitud en el caso de caminos o vías vehiculares o peatonales.
- c) **Descripción de la población:** se debe presentar según la información oficial del municipio o distrito, el número de habitantes totales y por vereda, las actividades económicas desarrolladas, el área del municipio expresada en kilómetros cuadrados, km2, discriminada en área urbana y área rural.
- d) **Cobertura del servicio de energía eléctrica:** se debe indicar la cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio, tanto en el área urbana como rural, para lo cual se debe presentar el número de usuarios que cuentan y que no cuentan con el mismo, el tipo de usuarios según actividad económica y para los usuarios residenciales la clasificación según el nivel socio económico (estratos) con sus consumos promedio.
- e) **El ETR en su diagnóstico debe incluir el índice de cobertura del servicio de alumbrado público que se medirá a través de, como mínimo, los indicadores siguientes:**
 - La relación de los kilómetros de vías peatonales y vehiculares que hacen parte del municipio con servicio de alumbrado público con respecto al total de los kilómetros de vías peatonales y vehiculares del municipio o distrito definidos en el Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique o sustituya, de conformidad con los requerimientos del RETILAP.
 - La relación del número de bienes de uso público con servicio de alumbrado público y el número total de bienes de uso público acorde con la definición establecida en el



Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, conforme con los requerimientos del RETILAP.

f) Desempeño de la calidad del servicio considerando:

- Los niveles de disponibilidad del servicio, calculados según el artículo 28 de la presente resolución.
- Los indicadores de los tiempos de respuesta a las peticiones, quejas y recursos, PQR, de los usuarios de alumbrado público.
- Percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios de alumbrado público.
- Cumplimiento de las disposiciones contenidas en el RETILAP sobre calidad del servicio.

2. La definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con los requisitos establecidos en el RETIE y el RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía.

3. Los costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del servicio de alumbrado público:

- a) Costo del suministro de la energía, presentando las tarifas empleadas para el cálculo, las cantidades medidas en los medidores disponibles, el aforo, la liquidación y los descuentos por indisponibilidad.
- b) Costo de la inversión, incluyendo la disminución por compensaciones por mala calidad de la prestación del servicio.
- c) Los costos de administración, operación y mantenimiento de los activos del servicio de alumbrado público, incluyendo las compensaciones por indisponibilidad y por mala calidad del servicio.
- d) Costo del plan de manejo ambiental.
- e) Costo de la interventoría.
- f) Pago del uso de activos de terceros.
- g) Otros costos que deben asumir los municipios o distritos.

44

4. Revisión y actualización del Estudio Técnico de Referencia, ETR, sin que este periodo supere cuatro (4) años. Los lineamientos para la realización del ajuste, modificación o sustitución del ETR son los siguientes:



- a) Revisión de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.
- b) Cambio o ajuste de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.
- c) Revisión y cambio de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del último cuatrienio o cuando se presente cambio de la administración municipal o distrital.

Costos totales de la prestación del servicio

A. Costo de la actividad de suministro de la energía eléctrica destinada al servicio de alumbrado público.

El costo por el suministro de la energía eléctrica destinada al servicio de alumbrado público tiene tres componentes básicos:

- 1. La tarifa del suministro de energía.
- 2. El consumo de energía eléctrica.
- 3. Compensaciones por calidad del suministro y el servicio.

45

La resolución establece que los Municipios o Distritos deben celebrar los contratos de suministro de energía con destino al alumbrado público, la anterior resolución no mencionaba tal obligatoriedad, sin embargo, establecía parámetros para los casos en que no estuviera pactada la tarifa. Se sigue abordando el régimen de libertad de negociación para la tarifa de energía con destino al SALP en los componentes de generación y comercialización. En los aspectos relativos a los componentes regulados se dedica un artículo para cada uno, indicando la manera en que se debe aplicar la tarifa; para el caso de la distribución, establece la aplicación de la tarifa de acuerdo al tipo de infraestructura (exclusiva o no exclusiva, inversiones que no forman parte del sistema de distribución).

Finalmente, uno de los cambios introducidos por la nueva metodología obedece al cobro de la energía frente a luminarias encendidas o apagadas en horarios no permitidos, señalando a su vez los descuentos en el costo de AOM por tales situaciones y la obligatoriedad del registro y actualización del inventario en el SIAP (Artículo 11. Res. 101 013 de 2022).

Parágrafo 1. Los costos de la energía eléctrica consumida por las luminarias y sus accesorios, en los horarios no permitidos, o cuando deban estar apagadas, los asume el prestador del Servicio de Alumbrado Público, y se descontarán de los costos del AOM a reconocer al prestador. En el contrato de suministro de energía con el comercializador, se



establecerá cómo se harán los descuentos de energía cuando deban estar apagadas o se presente en horarios no permitidos.

Parágrafo 2. Los inventarios de luminarias y demás componentes de la infraestructura de SALP deben estar debidamente registrados y actualizados en el Sistema de Alumbrado Público, SIAP, de acuerdo con los criterios establecidos en el RETILAP.

B. Costo de las actividades de reposición, expansión y modernización en el servicio de alumbrado público

El costo de las actividades de reposición, expansión y modernización en el servicio de alumbrado público tiene los siguientes componentes básicos:

- 1. Costo anual equivalente de los activos del sistema de alumbrado público:** Cuando los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público deban actualizar el estudio técnico de referencia, los costos de las Unidades Constructivas del sistema de Alumbrado Público, UCAP, podrán actualizarse conforme con la variación de los precios de mercado de las UCAP, y dichos costos actualizados solo podrán aplicarse a las UCAP nuevas que se instalen, para lo cual deberá ajustarse la remuneración de los costos de inversión y de AOM del respectivo activo de alumbrado público.

También podrán incluirse dentro de los costos de las UCAPS, los estudios fotométricos cuando el municipio o distrito así lo determine. Con base en los criterios respecto al uso eficiente de la energía eléctrica establecidos en la Ley 697 de 2001 y en la Ley 1715 de 2014, los valores de las unidades constructivas relacionadas con las luminarias tendrán un factor de ajuste relacionado con la eficacia luminosa de la nueva fuente de iluminación.

Las actividades de inversión y los desarrollos tecnológicos asociados al Sistema de Alumbrado Público deben ser evaluadas económicamente mediante proyectos de inversión, los cuales se deben representar mediante modelos financieros que incorporen los costos de las UCAP, los nuevos desarrollos tecnológicos, la vida útil de los activos, la tasa de retorno y demás variables para la prestación del servicio, para la toma de decisiones de la alternativa más favorable técnica, económica y financiera para los municipios y distritos.

- 2. Vida Útil de los activos.** El valor de la vida útil de las unidades constructivas del sistema de alumbrado público, UCAP, serán las mismas establecidas en el RETILAP.
- 3. Tasa de retorno:** La tasa de retorno para la definición de los ingresos de alumbrado público que se pacten en los contratos y/o convenios, será la aprobada para la



actividad de distribución de energía eléctrica vigente y se actualizará cada vez que la CREG la modifique.

- 4. Costo de la vida útil remanente de un activo del SALP.** El valor de la vida útil remanente de un activo eléctrico es igual al valor presente de los pagos anuales a los que hubiera estado obligado a realizar si el tercero hubiera conservado la propiedad del activo.

Para efectos de calcular el valor presente de los activos eléctricos deben tenerse en cuenta las siguientes variables:

- La vida útil remanente del activo se calcula como la diferencia entre la vida útil establecida en la presente resolución o aquellas que la sustituyan o modifiquen y el tiempo de servicio del activo contado desde la fecha en que entró en operación.
- La tasa de descuento reconocida por la CREG.

Para los terrenos de las subestaciones, se reconocerá el 6,9% del valor de los terrenos que no se encuentren en espacio público.

Para los activos no eléctricos, se debe tomar el valor de la vida útil remanente de todos los activos del SALP, es decir los activos de propiedad del Municipio o distrito entregados al prestador del Servicio de Alumbrado Público y los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el Prestador de la actividad de Inversión.

- 5. Índice de disponibilidad.**
6. Fecha de referencia.

C. Costo de la Actividad de la Administración, Operación y Mantenimiento AOM de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público.

La remuneración de la actividad de AOM aplica a toda la infraestructura, es decir a aquella que es de propiedad del municipio o distrito, y entregada al Prestador de la actividad de AOM, y a los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el encargado de la inversión.

- Los costos Reconocidos de las Unidades Constructivas de los diferentes sistemas de alumbrado público, se actualizarán. A partir de la fecha de actualización de costos, todos los activos nuevos que se instalen, así como la remuneración de la actividad de AOM del respectivo activo, se valoraran con el costo actualizado.
- Por cuanto los municipios o distritos cuando entregan en concesión el SALP o cuando suscriben un contrato para la prestación de la actividad de AOM con un tercero, tienen la potestad de acordar los plazos de remuneración de dicha actividad, en el momento de



pagar dicha remuneración, los periodos utilizados para el cálculo de la remuneración de la actividad de AOM, así como del factor de disponibilidad, deben ser iguales.

- El prestador de la actividad de AOM es responsable del valor de la energía eléctrica utilizada por las luminarias que están prendidas cuando deben estar apagadas. El valor de dicha energía, representado por la variable VCEEIn, se descontará de la remuneración de la actividad de AOM.
- El municipio o distrito son responsables del pago por la remuneración de la actividad de AOM.
- El costo máximo de la actividad actualizado con el Índice de Precios al Productor, IPP, del mes anterior al cual se hace el pago de la remuneración, constituye la remuneración de la actividad de AOM.

Finalmente, los costos de AOM incluyen:

- a. Costos Unitarios de mercado de las unidades constructivas de alumbrado público, UCAP.
- b. Vidas útiles de los activos o UCAPS de alumbrado público.
- c. Costos por mantenimientos preventivos.
- d. Costos por mantenimientos correctivos.
- e. Costos por el Sistemas de Información de Alumbrado Público, SIAP, según el numeral 580.1 del RETILAP, contiene los siguientes componentes:
 - El sistema de información del registro de atención de peticiones, quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público (canales web, telefónico, redes sociales, etc.).
 - Inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada.
 - Consumos, facturación y pagos de energía.
 - Recaudos del servicio de alumbrado público.
 - Recursos recibidos para financiamiento de expansión o modernización de la infraestructura de servicio de alumbrado público, identificando su fuente.
- f. Costos AOM por redes exclusivas en sistemas de distribución.
- g. Rendimientos por parte de las cuadrillas de alumbrado público en actividades de AOM.



D. Otros Costos para la prestación del servicio de alumbrado público.

Los Otros Costos asociados con la prestación del servicio y la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, son los siguientes.

- **Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público:**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del TITULO 6 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.

- **Costos ambientales:**

Los costos ambientales reconocidos a partir del año siguiente al de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden a como máximo el cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

- **Sistema de gestión de activos:**

Los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según los criterios del Decreto 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumbrado público acorde con la norma ISO 550001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.

- **Costo de pólizas, trámites e impuestos:**

Comprende todos aquellos costos asociados a la formulación de los contratos, impuestos al valor agregado a las ventas e impuestos municipales requeridos para la formalización de los contratos que establezca o que deba cumplir el municipio o distrito para la prestación del servicio.

Ajuste regulatorio

Los contratos y/o convenios para la prestación del servicio de alumbrado público suscritos antes de la entrada en vigencia de la presente resolución continuarán sujetos a las disposiciones aplicables a la fecha de suscripción. No obstante, las prórrogas, modificaciones o adiciones de dichos contratos y/o convenios que se pacten posteriormente deberán ajustarse a lo aquí establecido.



3.2.9. Jurisprudencia

La doctrina constitucional sobre el asunto se concentra básicamente en cuatro providencias:

1. La C-504 de 2002, que reconoció la vigencia y exequibilidad de la ley 97 de 1913, que autorizó la creación del impuesto sobre el servicio de alumbrado público.
2. La C-035-03 que declaró exequible la expresión: “Lo prescrito en este inciso se aplica a las facturas del servicio de energía eléctrica con destino al alumbrado público”, contenida en el inciso tercero del artículo 18 de la ley 689 de 2001.
3. La C-736-08, que declaró exequible el artículo 29 de la Ley 1150, que fija condiciones especiales a los contratos de concesión de alumbrado públicos y otorga unas competencias a la CREG.
4. La sentencia C-272 de 2016, que declara inexecutable los artículos de la ley 1753 que reglamentan la contribución especial y algunas condiciones de prestación del servicio.

Con la expedición de las sentencias C-088 y C-130 de 2018, en las que se declara la constitucionalidad parcial de los artículos 349 y siguientes de la Ley 1819, a través de la cual se reglamenta el impuesto de alumbrado público y se fijan algunas de las reglas básicas para la prestación del servicio, y con la expedición del Decreto 943 del 2018, que se ha incorporado en el Decreto 1073 de 2015, han quedado claras muchas de las bases esenciales que regirán la prestación del servicio.

50

Con la consolidación del precedente judicial, en especial del constitucional como fuente del derecho, además de las sentencias C-088 y C-130 de 2018, debe tenerse en cuenta la sentencias C-504-02, C-736-08, C-155 y C-272-16, en las que se hicieron importantes aportes jurídicos en relación con el servicio, su forma de prestación, su contratación, su naturaleza jurídica y la de los recursos con los que debe financiarse su suministro.

No obstante, en el marco del cobro del impuesto de Alumbrado Público, el Consejo de Estado mediante Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009 del 6 de noviembre de 2019, estableció una serie de reglas y sub reglas que dan claridad respecto de la configuración del hecho generador del impuesto y marca un punto importante para el cobro del impuesto y la determinación de los elementos esenciales.

3.2.10. Análisis regulación legal ambiental y social

En Colombia, en relación con la prestación del Servicio de Alumbrado Público y de su componente ambiental, deben tenerse en cuenta diversos aspectos dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

3.2.10.1. Uso racional de energía



Colombia hoy dispone de La Ley 697 de 2001 “Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones”, declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

El uso eficiente de energía es la utilización de ésta de manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables, Ley 697 de 2001, artículo 3, numeral 2.

La energía eléctrica es la fuerza vital de la sociedad porque gracias a ella se encienden los electrodomésticos, se puede enfriar los alimentos, se obtiene calefacción y se puede iluminar tanto el hogar como las calles. La energía eléctrica consumida se mide en kilovatios-hora (kWh) y el proveedor de energía cobra una tarifa por cada kWh consumido.

Para calcular la energía consumida por una luminaria encendida durante un determinado período de tiempo, se multiplica la potencia de la bombilla en kW (los vatios de la bombilla ÷ 1000) por el tiempo en horas del período determinado. Por ejemplo, una bombilla de 70 W encendida durante diez (10) horas consumirá 0.7 kWh, mientras que una bombilla de 400 W encendida el mismo tiempo consumirá 4 kWh, es decir más de cinco veces la energía consumida por la primera.

Consumo de energía eléctrica en alumbrado público en Colombia, representa aproximadamente el 3% del consumo total de energía eléctrica. Aunque este porcentaje de energía es bajo, se puede distinguir al Alumbrado Público como un importante foco para el ahorro de energía y la aplicación del uso racional de la energía o URE, ya que la demanda estimada de energía para el año 2018; 74.835 GWh y para el 2019; 77.160 GWh, Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia, junio 2016 – UPME. Este 3% se traduce en 2.245 GWh para el 2018 y 2.314 para el 2019, que, en costos, con la tarifa promedio de 280 \$/kWh, representa la no despreciable suma de \$628.280 millones de pesos para la vigencia 2018 y 647.920 millones de pesos para la vigencia 2019.

URE es el Uso Racional de Energía. Esto significa aprovecharla al máximo, sin perder calidad de vida. Claro está, se puede continuar utilizando el computador, el automóvil, la iluminación o cualquier elemento que requiera energía para funcionar, pero se debe evitar su desperdicio y la producción de desechos contaminantes. Aplicando URE, regulando y optimizando el uso de la energía, se lograría un gran impacto económico y ambiental en la sociedad.



El uso racional de energía en Alumbrado Público se hace utilizando luminarias modernas, potencias adecuadas y en cantidades suficientes para lograr niveles de iluminación óptimos. También se regula y se hace URE cuando se mantienen las instalaciones del Alumbrado Público en buen estado, velando por su seguridad y sobre todo cuando se realizan actividades de limpieza a las luminarias para evitar que la capa de suciedad haga ineficiente el uso de la energía.

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), expedido por el Ministerio de Minas y Energía, modificado mediante la Resolución 40150 de 03 mayo 2024, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones, cuyo objeto fundamental es "...establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y Alumbrado Público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación..."

Dentro de las reglas generales que establece, resalta la importancia del uso racional y eficiente de energía (URE) en los diferentes sistemas de iluminación interior y exterior, dentro de estos últimos los de Alumbrado Público.

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), también, señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.

Adicionalmente, uno de los objetivos específicos del Reglamento es exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía y con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico.

En consecuencia, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado público, el cumplimiento de las obligaciones y requisitos relacionados con el uso racional y eficiente de la energía, establecidos en las disposiciones vigentes.

3.2.10.2. Sujeción a las disposiciones de ordenamiento territorial y espacio público

En relación con lo anterior, el RETILAP establece que en concordancia con lo establecido en el Artículo 5 del Decreto 2424 de 2006 y demás normatividad legal o reglamentaria sobre Alumbrado Público, los municipios y distritos deben elaborar un plan del Servicio de Alumbrado Público que contemple entre otros la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería de detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con las normas técnicas y de uso eficiente de energía, que para tal efecto expida el Ministerio de Minas y Energía.



Adicionalmente, se señala que, en la etapa de identificación del proyecto, se busca identificar los proyectos que parecen convenientes, desde el punto de vista técnico, financiero e institucional, para que satisfagan las necesidades detectadas y que sean armoniosos con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) municipal.

De acuerdo con lo anterior, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado Público el cumplimiento y sujeción a las disposiciones relacionadas con el ordenamiento territorial y el espacio público, establecidas en las disposiciones vigentes.

3.2.10.3. Contaminación Lumínica

De acuerdo con la Resolución No. 40150 de mayo 03 de 2024, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno. Igualmente se tiene contaminación luminosa al iluminar espacios que no se requieren iluminar. La contaminación lumínica es producto de un diseño o montaje inadecuado; por lo que la solución se debe dar desde la etapa de diseño de los proyectos.

La contaminación lumínica puede presentar el riesgo de cambios fisiológicos que alteran las condiciones de visión, debido a la necesidad de adaptación del ojo a la iluminación artificial. Este riesgo es mayor para las futuras generaciones en razón a la mayor exposición e incorporación de la luz artificial a la vida cotidiana, por lo que se deben tomar medidas tendientes a su mitigación.

53

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica, da lugar a que se incremente el brillo del fondo natural del cielo, dificultando las observaciones astronómicas de los objetos celestes. La limitación del resplandor luminoso nocturno significa reducción de la emisión de luz hacia arriba, que no resulta útil en el alumbrado de vías, lo que implica mayor eficiencia energética en la instalación.

La contaminación lumínica puede originarse por: la utilización de luminarias con globos sin reflector o proyectores y luminarias que no controlan el flujo luminoso por encima de la horizontal; la inadecuada distribución del flujo luminoso de las luminarias, en especial las denominadas ornamentales y proyectores; la falta de control sobre la iluminación decorativa en edificios (anuncios publicitarios mal diseñados e instalados e inadecuados diseños de luminarias ornamentales.)

La contaminación lumínica puede manifestarse de diversas formas que pueden clasificarse dentro de cuatro categorías:

- **Intrusión Lumínica:** Se produce cuando la luz artificial procedente de las luminarias entra por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y



provocando trastornos de las actividades humanas.

- **Difusión de Luz hacia el Cielo:** Se produce por la difusión de la luz por parte de las moléculas del aire y del polvo en suspensión. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo.
- **Deslumbramiento:** Se produce cuando las personas que transitan por la vía pública, pierden la percepción visual; y es ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes.
- **Contraste:** La visibilidad de un objeto situado sobre un fondo, depende de la diferencia de las luminancias entre el objeto y el fondo.

La contaminación lumínica tiene como efectos:

- a. **Despilfarro de energía eléctrica,** que ocasiona mayores costos y afectación al ambiente por mayores emisiones de gases. No se debe confundir con dejar las vías con una iluminación deficiente; al contrario, las acciones llevadas a cabo para reducir la contaminación lumínica deben llevar asociadas una mejora de la calidad de la iluminación en los ambientes requeridos.
- b. **Inseguridad vial y molestias visuales,** producto del deslumbramiento, cuando los artefactos están mal orientados.
- c. **Efectos medioambientales en el ecosistema urbano:** La vida de los animales huyen de las ciudades para encontrar oscuridad. La fotosíntesis y el crecimiento de las plantas se desequilibra pudiendo producir envejecimiento prematuro de algunas especies.
Para mitigar estos efectos en el caso de alamedas en rondas de ríos o en humedal es, quebradas y canales distantes de vías vehiculares iluminadas, algunos recomiendan utilizar foto controles temporizados para interrumpir el servicio de tal forma que las luminarias se enciendan durante un período de tiempo que satisfaga las necesidades de los usuarios y luego se apaguen para preservación de las especies.
- d. **Efectos sobre el ritmo biológico de las personas:** Los ritmos circadianos (de vigilia y de sueño) son los más afectados por la exposición a la luz, trastornos de la personalidad, insomnio, depresión y estrés se incrementan por un uso inadecuado de iluminación.
- e. **Intromisión en la vida privada de las personas** o sea la invasión de luz proveniente del exterior en los espacios privados, que penetra a través de las ventanas y provoca molestias, por iluminación dirigida a fachadas y ventanas y no hacia el piso.
- f. **Pérdida de percepción de estrellas y astros.** Impedimento para las observaciones astronómicas.

El Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público - RETILAP, propone una serie recomendaciones de carácter técnico para reducir el impacto de la contaminación lumínica, tanto en el proceso de diseño del Sistema de Alumbrado Público, como con posterioridad. A manera de ejemplo:



En todas las instalaciones de alumbrado público y exterior, se deben instalar luminarias con FHS $\leq 3\%$, cuando las instalaciones de alumbrado existentes lleguen al final de su vida útil, o por cualquier causa se proceda a su renovación, se deben reemplazar por luminarias con las limitaciones de flujo hemisférico superior a las aquí señaladas, los ángulos de inclinación en proyectores no deben ser mayores a 65° con respecto a la vertical, se deben utilizar ángulos de inclinación con respecto a la horizontal en luminarias de alumbrado público para iluminación de vías, peatonales y ciclorrutas de máximo 15 grados, en iluminación de fachadas, monumentos o similares, utilizar fotometrías que permitan enviar la mayor cantidad de flujo luminoso al objetivo, prohibido el uso de fotometrías simétricas, si el equipo se encuentra a una distancia menor de 2 metros de la fachada, para estos casos se debe utilizar fotometría asimétrica rasante tipo (*wallwasher*) con el fin de mitigar la cantidad de luz emitida a la bóveda celeste, está prohibido el uso de luminarias tipo hongo o farol que no tenga limitación del flujo hemisférico superior FHS, no usar fuentes con temperaturas de más de 4500K, para disminuir así la generación excesiva de luz azul producida por estas fuentes.

Como se desprende de lo anterior, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado público el cumplimiento y la toma de medidas encaminadas a disminuir el impacto de la contaminación lumínica, partiendo desde el originador del proyecto (diseñador), quien debe cumplir las disposiciones técnicas establecidas en el reglamento, como en cabeza de la autoridad municipal, que deberá adoptar medidas adicionales, como las anteriormente mencionadas.

55

3.2.10.4. Alumbrado y Arborización

Para la prestación del Servicio de Alumbrado Público se tiene determinado que el principal tipo de afectación por la explotación de líneas de conducción de energía es el despeje por poda o corte de la vegetación que haga o pueda hacer contacto con las líneas de conducción o que afecte de forma directa el nivel fotométrico de las luminarias que prestan el Servicio de Alumbrado Público y que se localiza en los corredores de seguridad y en las servidumbres del territorio del respectivo Municipio.

Tal como lo expone el Reglamento en la Resolución No. 40150 de mayo 03 de 2024, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la arborización en el casco urbano de un Municipio debe estar sometida, como todo lo público, a unas normas regulatorias que faciliten la coexistencia con la red eléctrica aérea o subterránea, los andenes, la iluminación y demás elementos del mobiliario urbano.

Para lograr una coordinación entre la arborización y la iluminación pública es necesario que, en el caso de proyectos nuevos:



- **Con vegetación existente que no se pueda intervenir:** Se efectúen desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como montaje.
- **Sin vegetación existente o con vegetación existente que se pueda intervenir:** Se realice el diseño de iluminación para determinar la mejor distancia, potencia, altura y demás parámetros que hagan viable el proyecto, para posteriormente proceder a realizar el diseño de urbanismo donde se estipule la posición de la arborización, de tal forma que esta distribución de árboles o vegetación a futuro no impliquen excesos en costos de mantenimiento

Para el caso de proyectos en etapa de modernización a tecnología LED, donde la posición de las bases o de los soportes no pueda ser variado, se deben efectuar desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como la altura de montaje, la longitud del brazo o la inclinación de los equipos. Se debe estudiar la alternativa para variar la interdistancia, la disposición de las luminarias, el cambio de ubicación del costado donde se encuentran instalados los equipos, con el objetivo de evitar la sombra ocasionada por los follajes, donde el criterio que debe primar, para la toma de estas decisiones, es la seguridad de las personas. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la topología del sitio

Se debe solicitar el permiso a la entidad competente para la realización de podas, con el fin de determinar los procedimientos necesarios que deben tenerse en cuenta para la realización de las respectivas labores. No es necesario podar los árboles más allá de las ramas que interfieran con el haz luminoso útil ya que el follaje restante permite mejorar el apantallamiento de la instalación y, por ende, mejorar la visibilidad de los obstáculos por efecto silueta. Para casos especiales donde no sea posible este procedimiento, se debe realizar el desplazamiento de los equipos de iluminación a lugares que eviten las sombras presentadas por el follaje

En todos los casos, es mejor planear desde el momento de iniciar el diseño de la calzada los sitios para las redes de servicios públicos, tanto aéreos como subterráneos. Si es necesario cambiar la interdistancia de algunas luminarias debido a diferentes circunstancias, como raíces, obstáculos, entre otros, se debe reducir la interdistancia a una que permita su instalación, esta reducción no será de más del 10 % de la distancia estipulada en la memoria de cálculo

Es obligatorio consultar los manuales o cartillas de espacio público y/o de silvicultura del Municipio o Distrito, para considerar desde la etapa de diseño, la convivencia del alumbrado público y la arborización

Para instalaciones previamente instaladas y que posean conflictos con el tema de sombras por el follaje de los árboles existentes, donde no haya un presupuesto que permita realizar los cambios previamente descritos para los procesos de modernización, el parámetro principal a cambiar es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende de la longitud del brazo, para eliminar o minimizar al máximo las sombras y así aumentar los niveles de iluminación y la seguridad en la vía.



Se debe conceder a la arborización la importancia que merece como integrante del contexto urbano, en tal condición debe formar parte integral de los proyectos de diseño de alumbrado y se debe coordinar con los diseñadores su ubicación, de tal forma que armonicen con la instalación, también se requiere la coordinación entre los diferentes entes municipales, la selección de las especies que mejor se adapten y no riñan con el principal objetivo del alumbrado público, el cual está orientado a la seguridad de las personas, ya sean peatones o que se movilicen en vehículos

Se debe conceder a la arborización la importancia que merece como integrante del contexto urbano, en tal condición debe formar parte integral de los proyectos de diseño de alumbrado y se deben coordinar y jerarquizar las prioridades en la localización de los distintos componentes urbanos, dando valores racionales a cada uno de los objetivos de cada uno de estos componentes.

En este sentido, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado Público. La toma en cuenta de la arborización en el proceso de diseño y planificación del proyecto, se encuentra en cabeza del originador del mismo, y de las autoridades municipales en su tarea de planificación y ordenación del territorio.

3.2.10.5. Manejo de los desechos o sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas

57

Las fuentes luminosas deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado. Las fuentes que utilicen mercurio y/o plomo, deben cumplir los requerimientos sobre máximas cantidades permitidas de estos elementos, establecidas en el reglamento, acorde con disposiciones ambientales internacionales. Igualmente, los fabricantes e importadores de dichos productos tienen la obligación de atender la reglamentación sobre el tema de la disposición final, que para tal fin establezca la autoridad ambiental.

A este respecto, el RETILAP contempla que los prestadores deberán tener en cuenta las reglamentaciones ambientales vigentes, y en especial remite al Decreto 4741 de 2005, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

En el anexo de dicho Decreto se identifican los productos peligrosos contemplando el Y29 Mercurio, compuestos de mercurio. Por lo anterior, se aplica la disposición final de fuentes luminosas con contenidos de sustancias contaminantes, las cuales deben atender los lineamientos de la autoridad ambiental.

En ese sentido el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expidió la Resolución 1511 Del 05 de agosto de 2010 Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones, dicha resolución en sus considerandos, señala que:



“En Colombia en el año 2007 se consumieron en el mercado local 108.2 millones de unidades de bombillas, comprendiendo principalmente las siguientes tecnologías: incandescentes, 76.2 millones (70.4%); fluorescente tubular, 18.7 millones (17.3%); mercurio, haluro y sodio, 6.8 millones (6.3%); y, fluorescente compacta, 6.5 millones (6.0%). De este consumo nacional, se desechan anualmente en promedio 8.800 toneladas y se estima que para el 2015 esta cifra ascenderá a 17.000 toneladas, que son dispuestas en rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlada”.

“El manejo y la disposición actual que se da a los residuos de bombillas es a través del flujo de los residuos sólidos domésticos, donde no se puede asegurar la estabilidad de este tipo de residuos post- consumo dada la fragilidad de sus componentes y por consiguiente la lixiviación de contaminantes hacia aguas superficiales o subterráneas en los rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlados”.

Que se requiere tomar medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención de la generación o la reducción de los posibles impactos adversos de la generación y manejo inadecuado de los residuos de bombillas.

Que es necesario organizar la recolección y la gestión ambiental de los residuos de bombillas para que estas actividades se realicen de forma selectiva y de manera separada de los demás residuos sólidos domésticos”.

58

En este sentido, en el artículo 14 de la Resolución 1511 de 2010 considera como obligaciones generales de los productores las siguientes:

- ✓ *Formular y presentar para aprobación del Ministerio de Ambiente, los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas.*
- ✓ *Alcanzar las metas mínimas de recolección establecidas en el artículo 10 de la resolución en estudio.*
- ✓ *Poner a disposición del público, de manera progresiva, puntos de recolección de residuos de bombillas o mecanismos de recolección equivalentes, que sean accesibles al consumidor y en la cantidad que sea necesaria teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el mercado y la densidad de la población.*
- ✓ *Garantizar que todos los residuos de bombillas se gestionen debidamente en sus fases de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final de los residuos de bombillas, de conformidad con las normas ambientales vigentes.*

Esta resolución, en su Artículo 13. De la Gestión de Residuos de Bombillas. Señala lo siguientes: *“Los residuos de bombillas deberán ser gestionados debidamente en sus fases de almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final, por personas naturales o jurídicas autorizadas de conformidad con las normas ambientales vigentes”.*



Parágrafo. A partir de enero del año 2016, solo podrán ser gestionados los residuos de bombillas a través de actividades de aprovechamiento y/o valorización con miras al reciclaje de los mismos, en instalaciones dentro o fuera del país.

Por su parte el Artículo 20. Prohibiciones. Señal lo siguiente “Se prohíbe:

- a) Disponer residuos de bombillas en rellenos sanitarios;**
- b) Quemar residuos de bombillas a cielo abierto;**
- c) Enterrar residuos de bombillas;**
- d) Abandonar residuos de bombillas en el espacio público”.**

El Procurador Delegado para Asuntos Ambientales y Agrarios de la Procuraduría General de la Nación, mediante Memorando No. 0017, del 30 de Septiembre de 2013, dirigido a todos los Alcaldes Municipales y Distritales, Concejos Municipales y Distritales, Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible, Autoridades Ambientales Urbanas, en cumplimiento de la función preventiva consagrada en los artículos 277 y 278 de la Constitución Política de Colombia y en el Decreto 262 de 2000, hace un llamado para el cumplimiento de dichas normas, pues el no cumplimiento de las mismas, conllevaría a una FALTA GRAVÍSIMA, sancionable hasta con la destitución del funcionario del respectivo cargo e inhabilidad general para ejercer cargos públicos hasta por 20 años, de acuerdo con lo establecido en el artículo 48 de la Ley 734 de 2002 (Código Disciplinario Único).

59

3.2.11. Normatividad técnica aplicable al Alumbrado Público

3.2.11.1. Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Mediante la Resolución 40150 de mayo 03 de 2024 se modifica el reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público-RETILAP, con el cual se establecieron requisitos de eficacia mínima y vida útil de fuentes lumínicas, además de otras disposiciones transitorias para facilitar su implementación.

En el libro 1 del RETILAP en el artículo 1.1.1. se determina el objeto del Reglamento que básicamente establece los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones de todos los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y el uso de sistemas de iluminación.

De igual forma promueve el Uso Racional y Eficiente de la Energía - URE, por lo cual establece las especificaciones mínimas para que las instalaciones de sistemas de iluminación y los productos



usados en estas, garanticen la seguridad y confort visual, a través de su diseño, operación y mantenimiento.

El reglamento técnico se aplica a todas las instalaciones de sistemas de iluminación nuevas, expandidas o modernizadas, públicas o privadas, de conformidad con lo siguiente:

- **Instalaciones de iluminación nuevas:**

Se consideran como aquellas construidas con posterioridad al 1 de abril de 2010, fecha de entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, adoptado mediante Resolución 180265 del 19 de febrero de 2010 y el Anexo General del RETILAP (Resolución 180540 del 30 de marzo de 2010).

- **Expansión de Instalaciones de sistemas de iluminación interior, exterior y alumbrado público:**

Se entenderá como expansión de una instalación de iluminación la que implique el aumento de área con requerimientos de iluminación. Dicha expansión incluye la instalación de nuevas fuentes de iluminación, la modificación de las potencias de las fuentes o el montaje adicional de dispositivos, equipos y luminarias.

- **Modernización de Instalaciones de sistemas de iluminación interior, exterior y alumbrado público:**

Se entenderá como modernización de una instalación de iluminación la que implique la actualización o sustitución tecnológica de dispositivos, equipos, controles, luminarias y demás componentes de la instalación de iluminación. En caso de que la modernización consista únicamente en el reemplazo de los equipos y/o productos de iluminación se deben cumplir todos los requisitos establecidos en este Reglamento que le sean aplicables y anexar los certificados de conformidad de los nuevos productos a la memoria de cálculo.

- **Modificación de instalaciones de sistema de iluminación interior, exterior y alumbrado público:**

Se entenderá como modificación de una instalación de iluminación, la que implique cambios arquitectónicos tales como cambios de altura, ubicación o tamaño de puertas y/o ventanas, al igual que cambio en el uso o tipo de tarea visual (ejemplo: Al pasar de un área de bodegaje a un área de producción, o al cambiar un área de ambiente normal a uno que requiera equipos para áreas clasificadas) o una vía pública que por un reordenamiento de la ciudad cambie de categoría o de uso.

3.2.11.2. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

Mediante la Resolución 40117 de abril 02 de 2024 se modifica el reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

En el libro 1 del RETIE en el título 1, se determina el objeto del Reglamento. Se establece las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; minimizando los riesgos de origen eléctrico.

Adicionalmente, garantiza que los sistemas e instalaciones, equipos y productos utilizados en procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica cumplan con los siguientes objetivos legítimos:



- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

3.2.11.3. Norma técnica colombiana NTC 2050 Segunda Actualización

Es una norma acorde a la invención de tecnologías en un ámbito global relacionadas a la eficiencia energética, sin dejar de lado las técnicas y materiales que se pueden implementar en las instalaciones eléctricas.

En la segunda actualización, se contempla todos los desarrollos tecnológicos en el ámbito mundial, donde se incorporan metodologías relacionadas con eficiencia energética, junto con nuevas tecnologías, técnicas y materiales que se pueden implementar en la construcción de las instalaciones eléctricas.



4. Situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público

A continuación, se exponen los aspectos relevantes que presenta el actual esquema de la prestación del servicio de alumbrado público del municipio de Paipa, abordando aspectos relacionados con situación contractual, técnica y financiera del proyecto.

4.1. Estado contractual de la prestación del servicio del Alumbrado Público

4.1.1. Contratación de la prestación del servicio de Alumbrado Público

En la actualidad, Paipa - Boyacá es el encargado directo de la prestación del servicio de alumbrado público, siendo quienes realizan todas las actividades relacionadas con la prestación del servicio por medio de la Alcaldía Municipal y la Secretaría de Infraestructura Pública y Movilidad. De este modo, Paipa no cuenta con el esquema gerencial y la estructura requerida para gestionar todos los procesos que garanticen eficiencia, calidad y cobertura requerida, por lo que es recomendable la contratación de un tercero que se encargue del manejo del parque lumínico y todas las actividades engranadas al servicio para que este siga solventando las necesidades de iluminación presentes en el territorio.

62

4.1.2. Interventoría de la prestación del servicio de Alumbrado Público

En la actualidad el Municipio de Paipa -Boyacá no ha contratado el servicio de interventoría para el proceso de supervisión de la prestación del servicio de Alumbrado Público y todos sus proyectos. En ese sentido, la supervisión de la prestación del servicio se encuentra a cargo de la Entidad Territorial.

Dicho esto, El Municipio de Paipa lo reviste el deber de contratar la interventoría para la supervisión adecuada de los proyectos relacionados con el manejo y gestión del parque lumínico del municipio. aunado a lo anterior, para establecer el valor de la remuneración de la interventoría, se procederá a realizar los análisis de conveniencia y suficiencia financiera, que permita realizar la determinación del porcentaje adecuado en concordancia con el modelo financiero actual y los criterios de la metodología CREG 101 013 de 2022.



4.1.3. Contrato de suministro de energía con destino al Sistema de Alumbrado Público

Teniendo en cuenta que la resolución CREG 101 103 de 2022, en el capítulo III establece el “COSTO POR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO”, Artículo No. 09. “Tarifa de Suministro de energía eléctrica destinado al Servicio de Alumbrado Público”. La tarifa de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público está sometida a un régimen de tarifas de libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los Municipios o Distritos que adquieran energía eléctrica con destino al Alumbrado Público.

En la actualidad, el suministro de energía con destino al Sistema de Alumbrado Público se encuentra a cargo de la Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P., EBSA, bajo el contrato de suministro de energía No. 2008-02. Dicho contrato se encuentra pactado bajo una tarifa de energía no regulada en el nivel de tensión 2.

Posteriormente se han celebrado firmas de otrosí en donde se modifican los plazos y los precios de suministro de energía, este último tema en mención se ha indexado con los índices de precios al productor total nacional (IPP). Las demás cláusulas del contrato de suministro de energía No. 2008-02 no han recibido modificación a la fecha.

4.1.4. Facturación y recaudo del impuesto de Alumbrado Público

63

Anteriormente, los municipios tenían la obligación de suscribir un contrato de facturación y recaudo en el cual se acordaba la remuneración por este servicio, no obstante, con el cambio que introdujo la mencionada Ley 1819 de 2016, se estableció la agencia de recaudo en cabeza de las comercializadoras de energía eléctrica, indicando también que dicha actividad no tendría remuneración alguna.

Así las cosas, la facturación y recaudo del impuesto se realiza a través de las comercializadoras de energía eléctrica presentes en el Municipio, en este caso en particular, la facturación del masivo de usuarios se encuentra a cargo de la Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P., EBSA, quien funge como operador de red y comercializador incumbente. Dicha empresa se encuentra a cargo del proceso luego de la firma del Convenio 2008-02 para la facturación y recaudo del impuesto de alumbrado público del municipio de Paipa – Boyacá y otros.



4.2. Situación financiera actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público

4.2.1. Acuerdo Municipal de tarifas para cobro del impuesto de Alumbrado Público

Las tarifas para el cobro del impuesto de alumbrado público en el municipio de Paipa, se encuentran establecidas en el Estatuto de Rentas Tributario No. 019 de 2022 municipal, el cual presenta los siguientes elementos principales a describir a continuación:

Sujeto activo. El municipio de Paipa es el sujeto activo, titular de todos los derechos del impuesto de alumbrado público, quien define los procesos de recaudo y su vinculación para la eficiente obtención de la renta. El municipio a través de sus autoridades de impuestos municipales o sus entidades descentralizadas adelantarán las actividades de administración, liquidación, determinación, fiscalización, cobro coactivo, control, discusión, recaudo, devoluciones y sanciones, que integran el proceso de gestión fiscal del tributo.

Parágrafo. Será obligación de la secretaria de hacienda del municipio adelantar las gestiones de recuperación de la renta tributaria del impuesto, con las gestiones de liquidación oficial y cobro coactivo de manera oportuna, para evitar la prescripción de las obligaciones del impuesto de alumbrado público correspondiente.

Sujetos pasivos. Serán sujetos pasivos del impuesto de alumbrado público quienes realicen consumos de energía eléctrica prepago o postpago, bien sea como usuarios, suscriptores o como autogeneradores del servicio público domiciliario de energía eléctrica en el sector urbano o rural y/o los predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica a través de una sobretasa del impuesto predial. Igualmente serán sujetos pasivos quienes realicen las actividades económicas especiales definidas en el presente acuerdo. En los casos en que no se realicen consumos de energía eléctrica, serán sujetos pasivos los propietarios y/o poseedores de los predios que se encuentren dentro de la jurisdicción del respectivo municipio o distrito.

Parágrafo 1. Si una misma persona natural o jurídica posee varias relaciones contractuales o cuenta con un contrato con el mismo comercializador de energía eléctrica o con comercializadores diferentes que operen en el Municipio, estará obligada a pagar el impuesto de alumbrado público por cada relación contractual.

Parágrafo 2. En el recaudo del impuesto de alumbrado público a los usuarios de energía prepago se aplicará por analogía lo previsto en el artículo 2.3.2.2.4.1.99 del Decreto 1077 de 2015 y e parágrafo del artículo 147 de la Ley 142 de 1994. En efecto, cuando se facture el impuesto de alumbrado público de manera conjunta con cualquier otro servicio que tenga establecido un sistema de comercialización a través de la modalidad prepago, no se podrá dejar de cobrar el servicio público de alumbrado. La omisión por parte del recaudador de dicho cobro al momento de la activación de cada solicitud, así como por parte del contribuyente será considerada evasión



fiscal con todas las sanciones previstas en este acuerdo sin perjuicio de la tipificación fiscal o penal a que hubiere lugar.

Hecho generador. El hecho generador del impuesto de alumbrado público es el beneficio por la prestación del servicio de alumbrado público, cuantificado en relación con el consumo de energía eléctrica o las actividades económicas especiales previstas en este acuerdo. En los casos en los que no se realicen consumos de energía eléctrica se define el cobro del impuesto de alumbrado público a través de una sobretasa del impuesto predial. La generación del impuesto por parte de los usuarios se encuentra dentro de los supuestos de beneficio, disfrute efectivo o potencial del servicio de alumbrado público y usuario del servicio público de energía eléctrica.

Base gravable. Cuando el sujeto pasivo sea el usuario, suscriptor o generador de energía eléctrica de todos los sectores, estratos y actividades comerciales, industriales o de servicios, la base gravable será el valor de la energía consumida y/o sus rangos, antes de subsidios y contribuciones durante el mes calendario de consumo o dentro del periodo propio de facturación correspondiente ya sea con la facturación de energía eléctrica domiciliaria, liquidaciones oficiales o directamente por el municipio en la recaudación de sus rentas públicas. Cuando el sujeto pasivo sea el propietario de los predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, la base gravable será el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.

65

Cuando el sujeto pasivo realice actividades económicas especiales, se aplicará la categorización, unidad de cobro, límites y rangos previstos en el presente acuerdo.

Se extiende el efecto económico del impuesto a sistemas de medida prepago, postpago y macromedición según sea el caso, así como también aquellos casos donde la regulación y la ley permiten establecer el consumo de energía mediante promedios de consumo y a clientes provisionales del sistema del comercializador. Se incluye todo tipo de energía alternativa, la energía cogenerada y la autogenerada y la base gravable será la energía consumida en dichos sistemas.

Causación. La causación del impuesto hace referencia al hecho jurídico material que da lugar al nacimiento de la obligación tributaria. Desde la óptica del hecho generador, el impuesto sobre el servicio de alumbrado público es de carácter instantáneo y se causa por su prestación, pero para efectos de una adecuada y eficiente administración del impuesto se consagra en periodos mensuales o los que correspondan a los ciclos de facturación de la energía eléctrica, los cuales podrán ser acumulables para efectos de su cobro hasta un por un año, de conformidad con el vehículo más eficiente de recaudación de sus rentas que determine la Entidad Territorial. para el efecto, la Administración Municipal tendrá todas las facultades para establecer los vehículos de facturación y recaudo, la administración y fiscalización para su control y cobro. Lo anterior, sin perjuicio de periodo de prescripción aplicable en materia tributaria.



Forma de pago. Los pagos del impuesto de alumbrado público se harán por parte del sujeto pasivo, de acuerdo al periodo de facturación del servicio de energía eléctrica a cargo de la empresa prestadora del servicio.

Periodo gravable. El impuesto de alumbrado público se causará en el mismo periodo de facturación del servicio de energía eléctrica para los usuarios de energía eléctrica. Para los demás contribuyentes se causará por periodos anuales.

Tarifas. La siguiente metodología permite al municipio determinar el valor a cobrar teniendo en cuenta la capacidad de pago de los usuarios de cada segmento y la política pública en materia de promoción de determinadas actividades económicas en el municipio.

Los contribuyentes consumidores de energía tendrán una tarifa progresiva sobre el consumo de energía, que atiende a los estudios de consumos de cada sector y estratos reportados al Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, sujetos a los principios de equidad, progresividad y justicia tributaria, liquidada para cada periodo al momento de su cobro, de acuerdo con la siguiente clasificación:

Predios dentro del área de influencia no consumidores de energía

TIPO DE PREDIO	SOBRE AVALÚO CATASTRAL
Predios urbanizables no urbanizados no edificados en el perímetro urbano.	1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.
Beneficiarios del alumbrado público de predios del sector rural.	1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.

66

El proceso de cobro del impuesto se efectuará dentro del cobro del impuesto predial de manera integrada y conjunta en el mismo texto de la factura respectiva.

Esta sobretasa para predios no consumidores de energía podrá recaudarse junto con el impuesto predial unificado, para lo cual las administraciones tributarias territoriales tendrán todas las facultades de fiscalización para su control y cobro, el cual se realizará dentro del predial de manera integrada y conjunta en el mismo texto de la factura respectiva.

Contribuyentes residenciales, de servicio y demás sectores



TIPO DE USUARIO	PORCENTAJE
Residencial estrato 1	10%
Residencial estrato 2 y 3	15%
Residencial estrato 4 en adelante	17%
Actividad comercial y de servicios en general	15%
Otra actividad industrial en general y de industria básica	10%
Empresas comerciales e industriales o asimiladas del orden municipal	10%

Parágrafo 1. Para la liquidación de la tasa de alumbrado público se tendrá el valor de consumo de energía de los usuarios conforme a su estrato socioeconómico para el sector residencial y clase de servicio para los demás sectores del respectivo inmueble, multiplicado por los respectivos porcentajes presentados en el anterior cuadro.

Contribuyentes de actividades económicas especiales

67

ENTIDAD	UVT
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	71 UVT
Cooperativas financieras.	
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores.	24 UVT
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones.	71 UVT
Actividades de transporte y/o logística, conducción y/o comercialización de hidrocarburos, gas, relacionados.	94 UVT
Actividades de comercialización de energía.	47 UVT
Concesiones viales y/o peajes.	118 UVT



Actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica.	94 UVT
Plantas de beneficio animal.	47 UVT
Industrias de hierro y acero.	118 UVT
Empresas generadoras de energía.	118 UVT
Actividad de aglomeración de carbón y/o otros minerales o materiales.	60 UVT
Actividad de extracción de carbón o socavón.	2 UVT

Parágrafo 2. Cuando un contribuyente de actividades económicas especiales se encuentre clasificado en más de una categoría por su actividad, pagará una sola tarifa estimada sobre el rango más alto identificado en la anterior tabla.

4.2.2. Situación financiera actual sobre la prestación del servicio de alumbrado público

Para el análisis financiero de la situación actual de la prestación del servicio de alumbrado público, se tiene en cuenta el recaudo del impuesto para los años 2022 y 2023, tal y como se presenta a continuación:

68

Nota: La información a presentar fue recuperada a partir del informe de alumbrado público emitido por Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P. EBSA.

Ingresos cobro impuesto de Alumbrado Público

Año	Mes	Total recaudado
2022	Enero	\$ 155.551.222
	Febrero	\$ 148.721.420
	Marzo	\$ 136.725.490
	Abril	\$ 159.300.931
	Mayo	\$ 152.037.541
	Junio	\$ 159.581.603
	Julio	\$ 157.079.589
	Agosto	\$ 171.612.589
	Septiembre	\$ 166.710.249
	Octubre	\$ 167.874.969
	Noviembre	\$ 173.204.186



Año	Mes	Total recaudado
	Diciembre	\$ 165.235.229
Total		\$ 1.913.635.017
2023	Enero	\$ 174.828.406
	Febrero	\$ 170.934.039
	Marzo	\$ 159.586.208
	Abril	\$ 188.209.799
	Mayo	\$ 174.286.394
	Junio	\$ 184.489.466
	Julio	\$ 180.971.618
	Agosto	\$ 172.739.007
	Septiembre	\$ 201.608.340
	Octubre	\$ 187.487.226
	Noviembre	\$ 198.274.840
	Diciembre	\$ 204.289.232
Total		\$ 2.197.704.575

Tabla 1.Recaudo Impuesto de alumbrado público

Egresos

Por otra parte, a continuación, se presenta la información relacionada con el valor facturado de energía con destino al Sistema de Alumbrado Público del municipio de Paipa, así como también el consumo en kWh en los periodos 2022 y 2023:

Nota: La información a presentar fue recuperada a partir del informe de alumbrado público emitido por Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P. EBSA.

Facturación energía con destino al SALP

Año	Mes	Valor Facturado Energía AP	Kilovatios-Hora [kWh]
2022	Enero	\$ 108.506.590	193.542
	Febrero	\$ 100.283.560	174.833
	Marzo	\$ 114.017.782	193.395
	Abril	\$ 132.130.900	216.788
	Mayo	\$ 136.934.090	224.347
	Junio	\$ 144.108.460	217.059
	Julio	\$ 150.103.180	224.368
	Agosto	\$ 151.507.400	224.495
	Septiembre	\$ 145.691.640	217.139



Año	Mes	Valor Facturado Energía AP	Kilovatios- Hora [kWh]
	Octubre	\$ 144.860.690	223.966
	Noviembre	\$ 134.184.640	218.622
	Diciembre	\$ 149.537.360	225.035
Total		\$ 1.611.866.292	2.553.589
2023	Enero	\$ 146.021.010	224.893
	Febrero	\$ 131.495.090	203.126
	Marzo	\$ 153.700.170	232.515
	Abril	\$ 152.880.170	222.502
	Mayo	\$ 150.841.770	229.845
	Junio	\$ 144.569.650	222.819
	Julio	\$ 146.495.280	228.712
	Agosto	\$ 145.304.450	230.255
	Septiembre	\$ 143.133.350	223.074
	Octubre	\$ 142.431.040	224.244
	Noviembre	\$ 137.913.890	217.173
	Diciembre	\$ 157.646.120	240.188
Total		\$ 1.752.431.990	2.699.346

Tabla 2. Facturación energía con destino al SALP

70

Gastos por concepto de la prestación del servicio

En la tabla que se presenta a continuación, se muestra información relacionada con contratos a corto plazo ejecutados por el ente territorial, dirigidos a la prestación del servicio de alumbrado público y todas las actividades armonizadas con el mismo, para los años 2021, 2022 y 2023:

Año	Contrato	Objetivo	Valor	TOTAL	TOTAL GENERAL
2021	411 de 2021	PRESTAR LOS SERVICIOS DE APOYO A LA GESTION EN LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PUBLICA Y MOVILIDAD EN LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL SEGUIMIENTO Y PERMANENTE REVISION AL FUNCIONAMIENTO, INSTALACION Y ATENCION DE LAS OBRAS, PROYECTOS Y DEMAS ACTIVIDADES QUE REQUIERA EL ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA- BOYACA	\$ 14.253.500,00	\$ 14.253.500,00	\$ 89.525.380,59



Año	Contrato	Objetivo	Valor	TOTAL	TOTAL GENERAL
2021	456 de 2021	PRESTAR SERVICIOS DE APOYO A LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PUBLICA Y MOVILIDAD EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO PUBLICO A CARGO DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE PAIPA BOYACÁ	\$ 7.582.960,00	\$ 7.582.960,00	
2021		SUMINISTRO DE MATERIALES PARA EL MANTENIMIENTO, AMPLIACION Y REPOTENCIACION DEL ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA-BOYACA (Presentación de oferta)	\$ 49.992.520,59	\$ 49.992.520,59	
2021	102 de 2021	PRESTAR LOS SERVICIOS DE APOYO A LA GESTION EN LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PUBLICA Y MOVILIDAD EN LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL SEGUIMIENTO Y PERMANENTE REVISION AL FUNCIONAMIENTO INSTALACION Y ATENCION DE LAS OBRAS, PROYECTOS Y DEMAS ACTIVIDADES QUE REQUIERA EL ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA BOYACÁ.	\$ 11.797.600,00	\$ 17.696.400,00	
2022	110 de 2022	PRESTAR SERVICIOS DE APOYO A LA GESTION EN ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL MANTENIMIENTO, REVISION, REPARACION PERMANENTE A LAS OBRAS, PROYECTOS Y DEMAS ACTIVIDADES QUE REQUEIRA EL ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ	\$ 24.000.000,00	\$ 34.100.000,00	\$ 48.570.666,00
2022	158 de 2022	PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE APOYO A LA GESTIÓN COMO OPERARIO EN LAS EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO PÚBLICO A CARGO DE LA ADMINISTRACIÓN	\$ 12.800.000,00	\$ 12.800.000,00	



Año	Contrato	Objetivo	Valor	TOTAL	TOTAL GENERAL
2022	447 de 2022	PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE APOYO A LA GESTIÓN EN ACTIVIDADES DE OPERATIVIDAD DE ALUMBRADO PÚBLICO, MALLA VIAL E INFRAESTRUCTURA PÚBLICA A CARGO DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y MOVILIDAD	\$ 1.670.666,00	\$ 1.670.666,00	\$ 86.896.234,00
2023	605 de 2023	SUMINISTRO DE MATERIALES PARA EL MANTENIMIENTO, AMPLIACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA BOYACÁ	\$ 32.449.634,00	\$ 32.449.634,00	
2023	110 de 2023	PRESTAR SERVICIOS DE APOYO A LA GESTIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y/O ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA	\$ 12.720.000,00	\$ 12.720.000,00	
2023	141 de 2023	RESTACION DE SERVICIOS DE APOYO A LA GESTION COMO OPERARIO EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO PÚBLICO A CARGO DE LA ADMINISTRACION	\$ 6.800.000,00	\$ 6.800.000,00	
2023	289 de 2023	SERVICIO DE ALQUILER DE VEHICULO (TIPO GRUA) CON CANASTILLA A TODO COSTO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA- BOYACA	\$ 16.826.600,00	\$ 16.826.600,00	
2023	654 de 2023	PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE APOYO A LA GESTIÓN COMO OPERARIO EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO PUBLICO A CARGO DE LA ADMINISTRACIÓN	\$ 2.200.000,00	\$ 2.200.000,00	
2023	485 de 2023	PRESTAR SERVICIOS DE APOYO A LA GESTION PARA EL FORTALECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y/O ADECUACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE PAIPA	\$ 15.900.000,00	\$ 20.670.000,00	



4.3. Situación técnica actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público

Paipa es un municipio colombiano situado en el centro-orienté de Colombia. Administrativamente se encuentra en la provincia de Tundama del departamento de Boyacá, en un territorio de extensión igual a 419,3 km². En la actualidad, el municipio cuenta con infraestructura de Alumbrado Público en su área urbana y zona rural, permitiendo de esta manera brindar el servicio en las vías y zonas exclusivas del territorio, brindando la iluminación necesaria que fomente el libre desarrollo y la seguridad espacial para todos los habitantes.

En el siguiente acápite, se presentarán los aspectos más relevantes del Sistema de Alumbrado Público que presenta actualmente el Municipio, presentando de manera resumida cómo es la distribución del Sistema de Alumbrado público, a partir del censo de luminarias de alumbrado público actualizado al año 2024.

A partir del estudio realizado se plantearon los siguientes ejercicios a describir:

- Elaboración de censo de infraestructura existente del SALP del municipio.
- Comparación de los resultados obtenidos con base de datos existente.
- Muestreo lumínico de vías con tecnología LED.
- Elaboración de propuesta de iluminación con base a los resultados del estudio, de acuerdo con la infraestructura actual de Alumbrado Público del municipio.

Expuesto lo anterior, se presentan los resultados obtenidos una vez realizado el censo de infraestructura existente del Sistema de Alumbrado Público en el municipio, conforme a las disposiciones del artículo 6 numeral 1 de la resolución CREG 101 013 de 2022:

4.3.1. Censo actual de luminarias del Sistema de Alumbrado Público

El municipio de Paipa cuenta con un parque lumínico distribuido en el casco urbano, dividido por diecinueve (19) barrios y (39) veredas las cuales abarcan un total de 30.058,59 hectáreas del total del municipio y constituyen un 98% del suelo. En la actualidad, la infraestructura de alumbrado público del municipio presenta un total de 5.597 luminarias, a partir del último censo realizado durante el año 2024. Las tecnologías de las luminarias existentes dentro del parque lumínico del municipio se encuentran en su mayor proporción sin modernizar, es decir, en tecnologías antiguas diferentes a LED.

En la siguiente tabla, se puede observar a detalle el comportamiento de la infraestructura actual de Alumbrado Público, teniendo en cuenta las diferentes tecnologías de luminarias, donde se logra evidenciar que la tecnología predominante en el SALP del municipio son las luminarias de tecnología Sodio.

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	UNIDAD	CANTIDAD
LED	5	Und	1
	20	Und	8
	30	Und	14



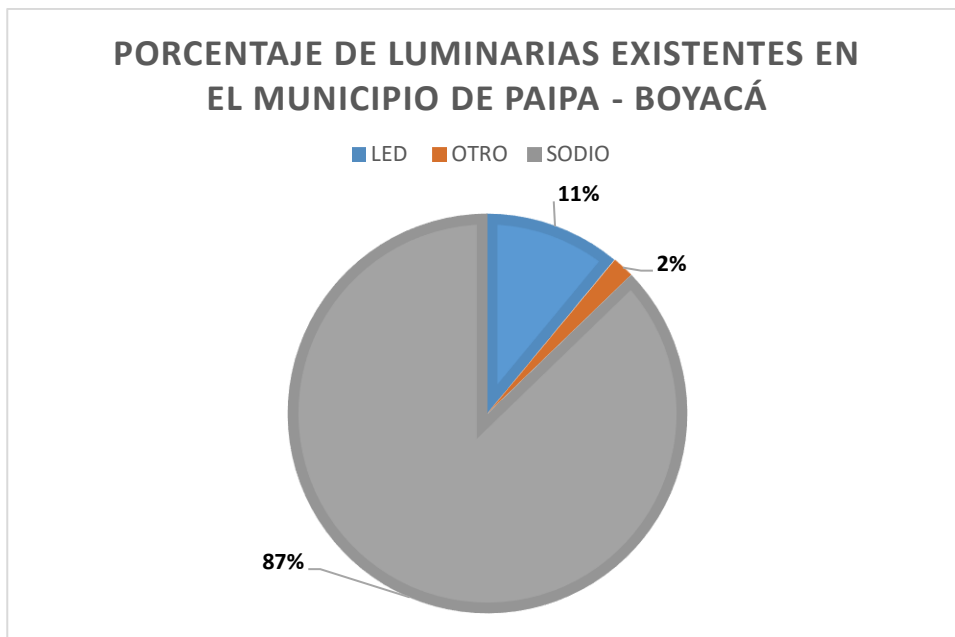
	36	Und	2
	40	Und	38
	42	Und	14
	50	Und	184
	56	Und	4
	60	Und	24
	66	Und	17
	90	Und	1
	100	Und	279
	120	Und	5
	150	Und	9
	200	Und	13
	250	Und	1
	400	Und	2
TOTAL LED		Und	616
MERCURIO	125	Und	31
	175	Und	1
	400	Und	3
TOTAL MERCURIO		Und	35
FLUORESCENTE	20	Und	24
	40	Und	4
TOTAL FLUORESCENTE		Und	28
SODIO	70	Und	3.922
	150	Und	466
	250	Und	493
	400	Und	1
TOTAL SODIO		Und	4.882
SOLAR	40	Und	36
TOTAL SOLAR		Und	36
Total general			5.597
PSL			616

Tabla 3. Cantidades y potencias actuales de luminarias de alumbrado público en el municipio de Paipa

A partir de la anterior información, se encontró que las luminarias del Sistema de Alumbrado Público actual del municipio se distribuyen por tecnología de la siguiente manera: 616 luminarias LED, 35 luminarias Mercurio, 4.882 luminarias de Sodio, 28 luminarias fluorescente, 36 luminarias solares obteniendo un total general de 5.597 luminarias. Con esta información se hace constar que el parque lumínico actual del municipio presenta mayoría de luminarias en tecnología Sodio.

Por otra parte, con base en la información expuesta sobre el censo realizado de infraestructura existente en el municipio, se obtuvo que existen 616 postes sin luminarias los cuales son de pertenencia de operador de red, es decir, postes mixtos, que podrían utilizarse en proyectos de expansiones.

En la gráfica proyectada a continuación, se presenta el porcentaje por tecnología presente en el parque lumínico actual del municipio de Paipa, obtenida una vez precisadas las cantidades a partir del censo:



75

Grafica 1. Porcentaje cantidades de luminarias existentes en el municipio

En este sentido, se observa que el 87% de las luminarias presentes en el parque lumínico del Municipio pertenecen a la tecnología Sodio, frente al 11% de luces LED y el 2% a otras tecnologías (Mercurio, Fluorescente, Solar).

4.3.2. Cobertura de alumbrado público – Infraestructura

A continuación, se presenta la información concerniente a la cobertura del parque lumínico existente en el municipio de Paipa, desagregado por área urbana y rural.

Área urbana:

El área urbana del municipio de Paipa presenta el siguiente número de luminarias, a partir del censo 2024 realizado sobre el parque lumínico existente:

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO PAIPA			
TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	UNIDAD	CANTIDAD
LED	5	Und	1
	20	Und	3



	30	Und	2
	40	Und	35
	42	Und	14
	50	Und	149
	56	Und	4
	60	Und	16
	66	Und	17
	100	Und	207
	150	Und	9
	200	Und	3
	400	Und	2
TOTAL LED		Und	462
MERCURIO	125	Und	5
	400	Und	2
TOTAL MERCURIO		Und	7
SODIO	70	Und	2.092
	150	Und	355
	250	Und	309
	400	Und	1
TOTAL SODIO		Und	2.757
SOLAR	40	Und	36
TOTAL SOLAR		Und	36
Total general			3.262

Tabla 4. Censo luminarias existentes en el área urbana del municipio

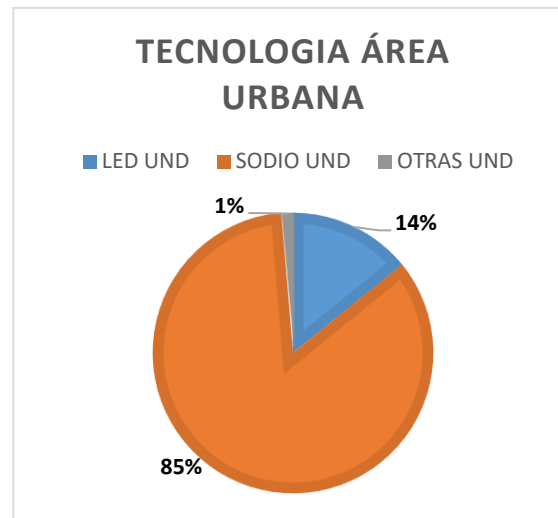
El inventario de luminarias presentes en el área urbana del Municipio presenta un total general de 3.262 luminarias, en donde se destaca la presencia de tecnologías como: Sodio, LED, Mercurio, entre otras con el total de luminarias correspondiente a cada una de las tecnologías presentes en el SALP.

Resumen luminarias área urbana

ZONA URBANA			
TECNOLOGÍA	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
LED	UND	462	14%
SODIO	UND	2757	85%
OTRAS	UND	43	1%

Tabla 5. Resumen luminarias existentes por tecnología área urbana

A continuación, se presenta el porcentaje representativo de las luminarias existentes en el área urbana del municipio, de acuerdo con la tecnología:



Grafica 2. Porcentaje luminaria por tecnología área urbana

A partir de la gráfica anterior, se hace constar que las luminarias en tecnología Sodio representan el 85% del parque lumínico actual del Municipio en el área urbana, frente a un 14% de luminarias LED y un 1% para otras tecnologías.

Área rural:

77

El área rural del municipio de Paipa presenta el siguiente número de luminarias, a partir del censo 2024 realizado sobre el parque lumínico existente:

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO PAIPA			
TECNOLOGIA	POTENCIA [W]	UNIDAD	CANTIDAD
LED	20	UND	5
	30	UND	12
	36	UND	2
	40	UND	3
	50	UND	35
	60	UND	8
	90	UND	1
	100	UND	72
	120	UND	6
	200	UND	10
SUBTOTAL		UND	154
SODIO	70	UND	1830
	150	UND	111
	250	UND	184

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO PAIPA			
TECNOLOGIA	POTENCIA [W]	UNIDAD	CANTIDAD
SUBTOTAL		UND	2125
MERCURIO	125	UND	26
	175	UND	1
	400	UND	1
SUBTOTAL		UND	28
FLUORECENTE	20	UND	24
	40	UND	4
SUBTOTAL		UND	28
TOTAL		UND	2.335

Tabla 6.Censo luminarias existentes en el área rural del municipio

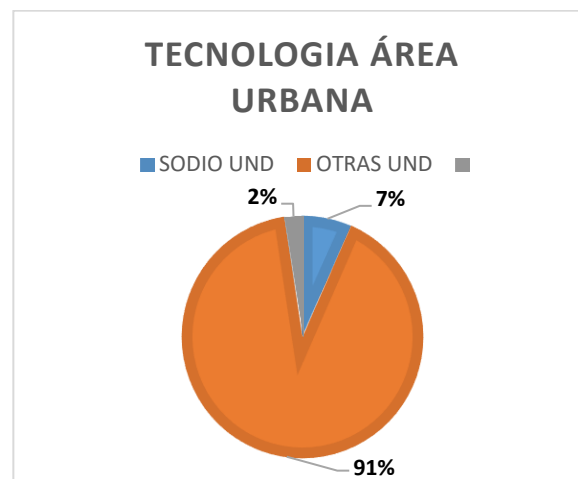
El inventario de luminarias presentes en el área rural del municipio posee un total general de 2.335 luminarias, en donde se destaca la presencia de tecnologías como: Sodio, LED, Mercurio, Fluorescente, con el total de luminarias correspondiente a cada una de ellas.

Resumen luminarias área rural

ZONA RURAL			
TECNOLOGÍA	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
LED	UND	154	7%
SODIO	UND	2.125	91%
OTRAS	UND	56	2%

Tabla 7. Resumen luminarias existentes por tecnología área rural

A continuación, se presenta el porcentaje representativo de las luminarias existentes en el área rural del municipio, de acuerdo con la tecnología:



Gráfica 3. Porcentaje luminaria por tecnología área rural



4.3.3. Consumo actual del parque lumínico instalado en el municipio

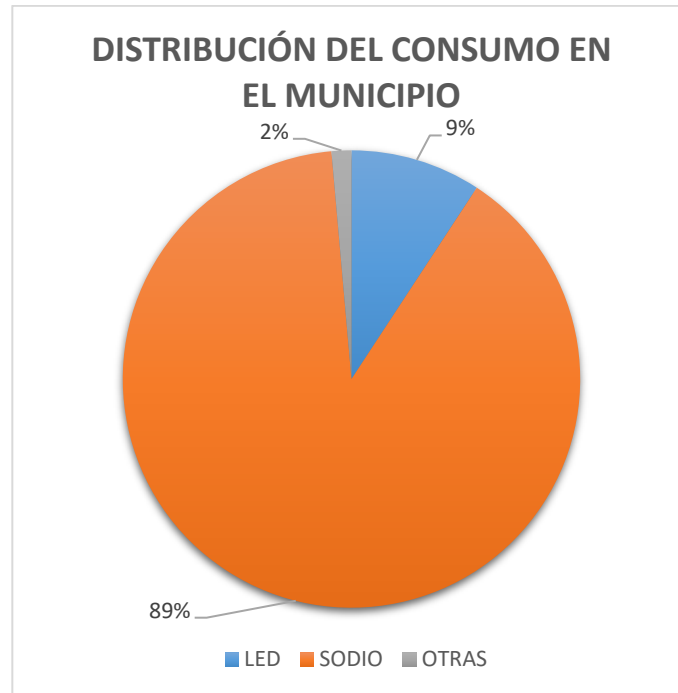
De acuerdo con la base de datos actual del parque lumínico del municipio de Paipa, se obtuvo que el actual consumo es el siguiente:

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA								
TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	PÉRDIDAS (W)	CANTIDAD	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (kW)	POTENCIA INSTALADA (kW)	CONSUMO kWhm	CONSUMO kWhm
LED	5	0.50	1	616	0.01	53.18	1.98	19,143.04
	20	2.00	8		0.18		63.36	
	30	3.00	14		0.46		166.32	
	36	3.60	2		0.08		28.51	
	40	4.00	38		1.67		601.92	
	42	4.20	14		0.65		232.85	
	50	5.00	184		10.12		3,643.20	
	56	5.60	4		0.25		88.70	
	60	6.00	24		1.58		570.24	
	66	6.60	17		1.23		444.31	
	90	9.00	1		0.10		35.64	
	100	10.00	279		30.69		11,048.40	
	120	12.00	5		0.66		237.60	
	150	15.00	9		1.49		534.60	
	200	20.00	13		2.86		1,029.60	
	250	25.00	1		0.28		99.00	
	400	40.00	2		0.88		316.80	
MERCURIO	125	12.50	31	35	4.26	5.78	1,534.50	2,079.00
	175	17.50	1		0.19		69.30	
	400	40.00	3		1.32		475.20	
FLUORESCENTE	20	2.00	24	28	0.53	0.70	190.08	253.44
	40	4.00	4		0.18		63.36	
SODIO	70	7.00	3,922	4,882	301.99	514.90	108,717.84	185,363.64
	150	15.00	466		76.89		27,680.40	
	250	25.00	493		135.58		48,807.00	
	400	40.00	1		0.44		158.40	
SOLAR	40	4.00	36	36	1.58	1.58	570.24	570.24
Total general			5,597	5,597	576.14	576.14	207,409.36	207,409.36

Tabla 8. Potencia instalada en el parque lumínico del municipio

A partir de la información relacionada en la anterior tabla, se precisa entonces que la potencia instalada para las luminarias que hacen parte del parque lumínico actual del municipio, presenta un total general de 576.14 kW; y su consumo total es de 207,409.36 kWhm, de esta manera se evidencia que las luminarias en tecnología Sodio representan en la actualidad los niveles más altos de consumo energético en el SALP instalado en el municipio.

En la gráfica a continuación, se presentan los porcentajes de distribución del consumo de energía de las diferentes tecnologías de luminarias instaladas en el municipio:



Grafica 4. Distribución del consumo de energía eléctrica de las luminarias del SALP del municipio

80

De esta manera, se logra precisar que la distribución del consumo de energía en el municipio se encuentra de la siguiente manera: el 89% corresponde a la tecnología Sodio, el 9% a LED y el 2% a otras tecnologías. A partir de lo anterior se observa que las luminarias en tecnología Sodio son quienes cuentan con mayor presencia en el parque lumínico del municipio, lo que significa que el consumo de energía es mayor, en comparación con otras tecnologías existentes en el SALP.

4.3.4. Tipo de apoyo del SALP (postes)

En la siguiente tabla se puede observar a detalle el comportamiento de la infraestructura actual de Tipos de apoyos perteneciente o exclusivos de Alumbrado Público, el resto de los apoyos que se encuentran en el municipio donde se tienen instaladas las luminarias corresponden a postes mixtos y/o de comunicaciones; el consolidado está basado en datos reportados en censo del año 2024.

INVENTARIO POSTES		
MATERIAL	ALTURA	CANTIDAD
CONCRETO	8	52
METALICO	3	20
METALICO	4	35
METALICO	6	80
METALICO	8	52
TOTAL		239

Tabla 9. Tipo de Apoyo (postes) del sistema de AP del Municipio

Todos los apoyos son considerados como postes de alumbrado público siempre y cuando cumplan con un certificado RETILAP. Cabe resaltar que los postes de 3, 4 y 6 metros son los que deben ser utilizados en zonas peatonales tales como parques y plazas con red subterránea por seguridad eléctrica. En las vías vehiculares se deben usar postes de 8 metros en adelante, debido a que normalmente la red utilizada es aérea y debe cumplir con las distancias de seguridad de acuerdo al artículo 3.10.1 Título 10 de RETIE; para red de baja tensión (5 metros de distancia mínimo desde piso a vano), que a pesar de expresar que es para cables desnudos, se tiene en cuenta para todo tipo de cable y el punto de seguridad vial, tal como se muestra a continuación en la información contenida en el RETIE:

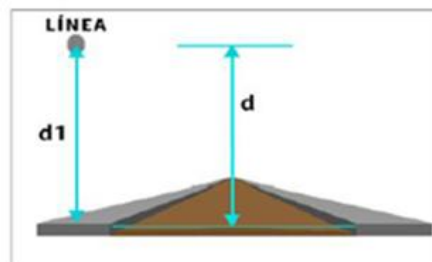


Figura 3.10.2. a. Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

81

Imagen 3. Distancia d y d1 en cruce y recorridos de vías



Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 11.2.1.).	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
Distancia mínima al suelo "d" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en las zonas de servidumbre (Figura 11.2.1.).	<1	5,0
	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, o se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia "e" estos valores (Figura 11.2.2.).	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
Distancia mínima vertical en el cruce "F" a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses (Figura 11.2.3).	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m (Figura 11.2.3)	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
	500	12,9
	230/220	11,3
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuados para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 11.2.3)	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
	500	7,9
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura, en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12

Tabla 10. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones. Fuente: RETIE

4.3.5. Infraestructura eléctrica exclusiva (redes, canalizaciones, registros, puesta a tierra, transformadores y brazos) de Alumbrado Público

En la siguiente tabla se puede observar el comportamiento de la infraestructura actual eléctrica perteneciente o exclusiva de Alumbrado Público, mostrando el consolidado de los mismos basada en el censo presentado en el año 2024.

INVENTARIO DE REDES	
MATERIAL	CANTIDAD
Red aérea en cable 2x4+4 AWG (500m)	4.16
Red subterránea en cable No 4 AWG Al (500m)	42.64
Red en cable encauchetado 3x14 AWG Cu (500m)	2.99
INVENTARIO MEDIDORES	
MATERIAL	CANTIDAD
TABLERO CONTROL DE ILUMINACIÓN	5
TOTAL	5
INVENTARIO BRAZOS	
MATERIAL	CANTIDAD
Brazo metálico galvanizado 1 1/2", Angulo 52°/0°, 1.5 metros, para soporte con collarín.	5042
TOTAL	5042
INVENTARIO TRANSFORMADORES	



MATERIAL	CANTIDAD
Transformador Monofásico 15KVA	1
TOTAL	1
INVENTARIO FOTOCONTROLES	
MATERIAL	CANTIDAD
Fotocelda 1000W	5364
TOTAL	5364
INVENTARIO DE CANALIZACIONES-REGISTROS	
MATERIAL	CANTIDAD
Canalización con un ducto 1" PVC	14.21
Caja para redes subterráneas tipo alumbrado público	187

Tabla 11. Infraestructura eléctrica existente SALP del Municipio

En relación con la tabla anterior, se observa que la cantidad de brazos existentes en la infraestructura es inferior al total de luminarias descritas en la Tabla 1 (*Cantidades y potencias actuales de luminarias de alumbrado público en el municipio de Paipa*). Este censo incluye tanto las luminarias LED como aquellas de otras tecnologías. En este contexto, se detalla que, dentro del parque lumínico actual, las luminarias están distribuidas de manera diversa, siendo instaladas en diferentes elementos de la infraestructura urbana, tales como fachadas, postes y crucetas. Estas últimas son especialmente empleadas en el caso de faroles y reflectores.

4.3.6. Perfiles lumínicos existentes en el municipio

83

Situación lumínica existente en existente

PERFIL	DISPOSICIÓN	TIPO DE VÍA	INTERDISTANCIA (m)	ANCHO BERMIA 1 (m)	ANCHO ANDEN 1 (m)	ANCHO CICLORUTA 1 (m)	ANCHO CALZADA 1 (m)	ANCHO ANDEN CENTRAL (m)	ANCHO CALZADA 2 (m)	ANCHO CICLORUTA 2 (m)	ANCHO ANDEN 2 (m)	ANCHO BERMIA 2 (m)	AVANCE BRAZO 1 (m)	AVANCE BRAZO 2 (m)	MASTIL-CALZADA (m)	RANGO DE ALTURAS
1	Unilateral	M3	34.6	N/A	4.2	N/A	8.2	N/A	N/A	N/A	4.2	N/A	1.0	N/A	4.7	10.2-11.2
2	Central Doble	M4	31.0	N/A	2.7	N/A	4.8	6.0	5.0	N/A	3.3	N/A	1.5	N/A	3.0	7.0
3	Unilateral	M5	29.0	N/A	N/A	N/A	6.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
4	Central Doble-Bilateral Opuesta	M4	35.0	N/A	4.1	N/A	6.3	16.0	6.1	N/A	1.9	N/A	1.5	N/A	8.0-2.1	7.0-8.4
5	Central Doble	M5	32.5	N/A	1.2	N/A	5.8	2.1	6.8	N/A	1.3	N/A	1.0	N/A	1.0	7.6
6	Central Doble	M3	35.6	0.4	4.6	N/A	7.5	5.7	7.5	N/A	4.6	0.2	1.5	N/A	2.6	8.4-9.4
7	Unilateral	M4	34.0	0.3	1.2	N/A	10.0	N/A	N/A	N/A	0.9	N/A	1.5	N/A	0.3	10.0-11.0
8	Unilateral	M5	37.0	0.4	N/A	N/A	5.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
9	Unilateral	M5	23.7	0.3	N/A	N/A	5.7	N/A	N/A	N/A	N/A	0.3	1.0	N/A	0.3	6.6-7.6
10	Unilateral	M5	28.2	N/A	2.4	N/A	5.5	N/A	N/A	N/A	2.2	N/A	1.0	N/A	1.4	7.0
11	Central Doble	M3	35.6	0.5	1.3	N/A	7.0	1.9	7.3	N/A	1.2	0.5-0.3	1.5	N/A	1.0	8.4-9.4
12	Unilateral	M6	26.3	N/A	2.0	N/A	5.7	N/A	N/A	N/A	3.5	N/A	2.6	N/A	1.9	6.0-7.0
13	Unilateral	M3	37.0	0.6	1.3	1.0	7.8	N/A	N/A	1.2	1.3	0.6	2.4	N/A	2.8	10.2-11.2
14	Unilateral	M6	25.0	N/A	3.5	N/A	5.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.2	N/A	1.8	6.6-7.6
15	Unilateral doble proposito	M2	33.0	N/A	2.0	1.5	8.3	N/A	N/A	N/A	2.7	N/A	1.0	1.0	1.0	10.2-11.2
16	Unilateral	M5	38.5	0.4	3.7	N/A	3.0	N/A	N/A	N/A	3.7	0.4	1.0	N/A	1.1	6.0-7.0
17	Unilateral	M5	34.4	N/A	1.5	N/A	7.5	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	N/A	0.0	6.6-7.6
18	Unilateral	M5	31.0	N/A	N/A	N/A	3.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
19	Unilateral	M4	23.5	N/A	2.5	N/A	7.0	N/A	N/A	N/A	2.4	N/A	1.0	N/A	1.0	8.0-9.0
20	Unilateral	M4	39.0	0.6	N/A	N/A	6.6	N/A	N/A	N/A	N/A	0.7	1.5	N/A	1.0	8.4-9.4
21	Unilateral	M4	30.0	N/A	3.0-1.2	N/A	8.4	N/A	N/A	N/A	1.3	N/A	1.5	N/A	0.3	6.6-7.6



22	Unilateral	M4	25.4	N/A	2.5	N/A	7.4	N/A	N/A	N/A	N/A	2.6	1.0	N/A	0.1	6.6-7.6
----	------------	----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------

Tabla 12. Perfiles lumínicos del municipio

Dentro del Anexo A y B se presenta la información del parque lumínico existente, donde el **Anexo A** contiene la ubicación y distribución de los perfiles; mientras que el **Anexo B** muestra la georreferenciación de cada uno de los puntos lumínicos existentes en el Municipio.

4.4. Inventario de espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular

A continuación, se presenta la información sobre el inventario de espacios públicos de libre circulación en el Municipio de Paipa, de acuerdo con los lineamientos del Artículo 6 inciso B de la Resolución CREG 101 013 de 2022:

4.4.1. Inventario de espacios públicos de libre circulación peatonal

En cuanto a los espacios públicos de libre circulación peatonal como parques, canchas, Plazas, plazoletas, entre otras. El municipio cuenta con un total de 40 zonas. En su mayoría son polideportivos (el 28% de los escenarios urbanos y el 33% de los escenarios rurales); el otro porcentaje hace referencia a los Parques, Canchas, Coliseo, Estadios, Bulevar, Pista atlética del municipio (13% de parques, 13% de las canchas, 5% Coliseo, 5% Estadios, 5% Bulevar, 3% Pista atlética del municipio).

84

En el siguiente listado se relacionan los espacios públicos de libre circulación peatonal:

Item	NOMBRE ZONA	Item	NOMBRE ZONA
1	PARQUE PRINCIPAL JAIME ROOK	22	POLIDEPORTIVO BARRIO PARAISO
2	PARQUE CONCHA ACUSTICA DE PAIPA	23	POLIDEPORTIVO BARRIO LA PRADERA
3	POLIDEPORTIVO VILLA VIANEY	24	POLIDEPORTIVO BARRIO SAN FELIPE
4	CANCHITA ROSALES	25	POLIDEPORTIVO VRD SECTOR MONTECILLO
5	ESTADIO PAIPA	26	POLIDEPORTIVO BARRIO LOS ROSALES.
6	POLIDEPORTIVO EL BOSQUE	27	POLIDEPORTIVO VRD TOIBITA
7	PARQUE CALLE 27A	28	POLIDEPORTIVO VRD SECTOR EL RETIRO
8	CANCHA CARRERA 10	29	POLIDEPORTIVO VRD SECTOR LOS LAGOS
9	CANCHA CALLE 12	30	POLIDEPORTIVO URB. LOS LANCEROS
10	PISTA ATLETICA DE PAIPA	31	COLISEO CUBIERTO
11	CANCHA CRA 18 ESTE	32	POLIDEPORTIVO VRD EL FICAL
12	BULEVAR BARRIO LA ESTACION	33	POLIDEPORTIVO EL ROSAL
13	BULEVAR CALLE 25	34	POLIDEPORTIVO VDA EL SALITRE
14	PARQUE DE LA VIRGEN	35	POLIDEPORTIVO VRD CAÑOS
15	POLIDEPORTIVO VRD CANOCAS	36	POLIDEPORTIVO VRD VENTA DEL LLANO
16	POLIDEPORTIVO VRD EL TEJAR	37	ESTADIO DE FUTBOL CEDAR
17	POLIDEPORTIVO VRD EL VOLCAN	38	COLISEO SEGUNDA ETAPA SEDAR
18	POLIDEPORTIVO VRD PALERMO	39	MULTIPARQUE EL BOSQUE
19	POLIDEPORTIVO BARRIO SAN MIGUEL	40	POLIDEPORTIVO VRD BONZA
20	POLIDEPORTIVO BARRIO CORINTO		
21	POLIDEPORTIVO BARRIO FATIMA		

Tabla 13. Zonas exclusivas con cobertura de alumbrado público en el municipio

4.4.2. Inventario de espacios públicos de libre circulación Vehicular



Dentro del municipio se distinguen espacios públicos de libre circulación Vehicular, los cuales representan una malla vial de 630.1 km de longitud Vía rural y 22.3 km de vía urbana. A continuación, se presentan algunos de los espacios públicos en mención.

NOMBRE ZONA	NOMBRE ZONA
AV. LIBERTADORES	AV. FRANCISCO MONTAÑA
CARRERA 5	CALLE 8
CALLE 10	CARRERA 3
AV. EL LAGO	AV. LOS ESTADEROS
CARRERA 7	VÍA PAIPA-TUNJA

Tabla 14. Espacios públicos de libre circulación vehicular

4.5. Índice de cobertura del servicio de Alumbrado Público

A partir de lo estipulado en la Resolución CREG 101 013 de 2022 en su Artículo 6 inciso E; a continuación, se presenta la cobertura del servicio de Alumbrado Público en el municipio:

4.5.1. Índice de cobertura de vías

El municipio de Paipa cuenta con una infraestructura vial que abarca un total de 652,5 kilómetros de longitud, de los cuales 22.3 kilómetros corresponden a vías urbanas, mientras que los 630.15 kilómetros restantes son vías rurales. Esta red de carreteras, que constituye un elemento fundamental para la conectividad y el desarrollo de la región, está distribuida de manera estratégica para garantizar la movilidad tanto dentro del área urbana como en las zonas rurales, facilitando el transporte de personas y bienes, así como el acceso a servicios y recursos en todo el territorio municipal.

85

A continuación, se presenta un desglose detallado de la distribución y características de la malla vial de Paipa:

Total vías peatonales y vehiculares (km)	652,5
Total vías peatonales y vehiculares con alumbrado público (km)	158,8
Porcentaje de cobertura (%)	24.4%

El municipio de Paipa presenta una cobertura de alumbrado público equivalente al 24,4%. Si bien este porcentaje podría interpretarse como relativamente bajo, es importante considerar diversos factores que influyen en esta cifra. En primer lugar, cabe destacar que una parte significativa de la red vial corresponde a vías rurales, que suman una longitud considerablemente mayor en comparación con las vías urbanas. Esta distribución desigual entre las vías urbanas y rurales es la principal razón de la disparidad en los porcentajes de cobertura de alumbrado público.



Mientras que las áreas urbanas, por su naturaleza más concentrada, suelen contar con una mayor infraestructura de alumbrado, las zonas rurales, al ser más extensas y menos pobladas, presentan mayores desafíos para la implementación de este servicio. Esto explica por qué, a pesar de que el porcentaje global de cobertura pueda parecer bajo, la diferencia se debe a la extensión de las vías rurales que, por sus características geográficas y poblacionales, requieren de un enfoque diferente en términos de cobertura y planificación de servicios.

Por lo tanto, es esencial tener en cuenta que la distribución de los kilómetros de vía y las condiciones propias de cada zona influyen directamente en la implementación del alumbrado público, lo que puede justificar la diferencia observada en los porcentajes de cobertura.

4.5.2. Plan de movilidad sostenible y segura de Paipa

Como parte del componente que debe incluir los futuros proyectos de infraestructura vial e tienen aspectos asociados con la sostenibilidad y seguridad:

La ciudad cuenta con el plan de movilidad sostenible y segura de Paipa (decreto 1451 del 2022) que incluye el plan maestro de parqueaderos, y el mismo requiere ser implementado. Se requiere configurar y construir de una red para modos no motorizados.

Es importante revisar y rediseñar intersecciones con alta accidentalidad considerando las necesidades de todos los usuarios, especialmente los más vulnerables.

86

Se debe formular y adoptar la normatividad acorde con los principios del Plan Nacional de Seguridad Vial.

Es necesaria la adecuada operación, adecuación y mantenimiento de la infraestructura existente para garantizar la seguridad vial.

Teniendo en cuenta la población con movilidad reducida, el aumento de la población de edad avanzada, se requiere garantizar la accesibilidad universal al sistema de movilidad de Paipa.

4.5.3. Índice de cobertura de bienes de uso público con servicio de alumbrado público

En relación con la cobertura de bienes de uso público con servicio de alumbrado público, el Municipio de Paipa dispone de un total de 40 zonas. De estas, 22 zonas cuentan con alumbrado público, mientras que las 18 zonas restantes no tienen acceso a este servicio hasta la fecha. Dentro de las zonas no iluminadas, se incluyen áreas exclusivas ubicadas dentro de conjuntos residenciales. En términos generales, esto representa un 55% de cobertura total del Sistema de Alumbrado Público en el municipio.

Es importante señalar que el listado de zonas exclusivas que se presenta hace referencia a aquellas que han sido proporcionadas por el municipio, las cuales incluyen tanto las áreas



identificadas por las autoridades locales como aquellas que fueron verificadas a través de los levantamientos.

4.5.4. Desempeño de la calidad del servicio de alumbrado público

De acuerdo con el Artículo 6 inciso F de la Resolución CREG 101 013 de 2022, a continuación, se expone el desempeño de la calidad del servicio de alumbrado público en el Municipio:

- **Indicadores de eficiencia y calidad del servicio de alumbrado público**

Los indicadores de eficiencia y calidad no pueden ser suministrados en este momento debido a la carencia de información debidamente recolectada por parte del municipio. Esta falta de datos se debe a la ausencia de un consolidado actualizado que compile de manera sistemática las Peticiones, Quejas y Reclamos (PQR) presentadas por la ciudadanía, así como su respectivo estado de resolución. Dicha información es esencial para el cálculo de los mencionados indicadores, y su ausencia impide realizar un análisis adecuado y preciso de la eficiencia en la atención y resolución de los casos planteados por los usuarios.

- **Percepción de la calidad del servicio**

En atención a la percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios del servicio de alumbrado público en el municipio, cabe mencionar que, en la actualidad, el municipio no cuenta con una modalidad definida que permita medir la calidad del servicio a partir de la percepción de los usuarios, que por lo general es realizado por medio de encuestas de satisfacción u otros mecanismos de medición. Es de recordar que este tipo de ejercicios fomentan la participación por parte de la comunidad quien funge como principal beneficiario del servicio público no domiciliario.

- **Cumplimiento disposiciones contenidas en el RETILAP 2024 (Calidad del servicio)**

El servicio de alumbrado público debe dar cumplimiento a los aspectos establecidos en el Decreto 943 de 2018, que modifica el Decreto 1073 de 2015 “por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”, el cual compila lo establecido en el Decreto 2424 de 2006.

- Los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público.
- Cuando el operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la modernización, debe realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente Reglamento.
- El operador de alumbrado público debe mantener información con los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las repuestas y seguimiento a las mismas, además disponer de información actualizada, gráfica y de base de datos, conforme a las



labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público; así como de las quejas y reclamos del servicio de alumbrado público.

- Mediante el control y seguimiento del comportamiento de los diferentes componentes del alumbrado público, se deben identificar, registrar y clasificar los tipos de daños frecuentes y esporádicos que se presentan, así como las causas que los generan; entre otros.
- Las alcaldías y municipios, como responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, deben implementar los indicadores de calidad, cobertura y eficiencia energética definidos en el numeral 3.3.3.1 del RETILAP y serán los encargados de definir el uso de tales indicadores para la mejora del servicio de alumbrado público.
- Así mismo, los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público deben definir la estrategia para hacer la medición de los indicadores de calidad, cobertura y eficiencia energética definidos en el numeral 3.3.3.1 del RETILAP, la cual puede ser a través de auditorías o con el reporte de las interventorías.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO:

- Todo municipio debe contar con el Sistema de Información del Alumbrado Público (SIAP), bajo su responsabilidad si la AOM lo realiza directamente. En el evento en que la Administración, Operación y Mantenimiento lo realice a través de un tercero, este debe desarrollar e implementar el SIAP.
- El SIAP debe cumplir con lo establecido en el RETILAP. El SIAP estará disponible para la consulta en línea por parte del municipio, en el evento en que este sistema sea suministrado y operado por un tercero.

88

Se debe dividir en los siguientes componentes:

- Infraestructura del sistema de información de alumbrado público:
 - Debe contener el inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada.
 - Disponer de información actualizada, gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público; así como de las quejas y reclamos del servicio de alumbrado público.
 - Se deben registrar las fechas y eventos relacionados con fallas y diagnóstico, acciones correctivas y/o preventivas y demás aspectos que agreguen valor al Sistema de Información de alumbrado público.
 - Los resultados de las labores realizadas por la interventoría a la infraestructura de alumbrado, así como las diferentes quejas y reclamos presentadas por los usuarios, deben ser almacenados en una Base de



Datos, la cual servirá de base para definir los programas tanto puntuales como periódicos de mantenimiento a realizar por el operador.

La información de la infraestructura de alumbrado público debe cumplir con los siguientes objetivos:

1. Permitir el control del inventario de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio. La información será la correspondiente a la infraestructura existente incluida la relacionada con todos los componentes del sistema de alumbrado público. En terreno cada luminaria debe estar marcada e identificada con un número único de rótulo registrado en la base de datos de la infraestructura del sistema de alumbrado público.
2. Facilitar el seguimiento a las labores de expansión, operación y mantenimiento, de forma tal que permita determinar índices de calidad.
3. Facilitar la gestión del operador del sistema de alumbrado público en sus labores de administrar, operar y realizar el mantenimiento técnico. En el mismo sentido debe permitir el control por parte de la interventoría.
4. Informar sobre la ubicación geográfica de cada punto luminoso a través de un sistema georreferenciado. La información incluida debe ser tal que permita realizar las acciones de mantenimiento y control.
5. Apoyar la toma de decisiones en el área de la iluminación pública del municipio.
6. En este sistema se deben identificar los siguientes componentes de la infraestructura:
 - a. Luminarias: tipo de fuente lumínica, potencia y tipo de luminaria, tipo de balasto y su valor de pérdidas, control de encendido (múltiple o individual), tipo de espacio iluminado (parque, tipo de vía, senderos peatonales, zonas verdes, campos deportivos, ciclovía, etc.), identificación del transformador de distribución al cual están conectadas
 - b. Estructuras de soporte o poste: De uso exclusivo o compartido con red de uso general. Tipo de material, longitud.
 - c. Red de alimentación: De uso exclusivo o compartido con red de uso general. Tipo de material, calibre de conductores, tipo de instalación (aérea o subterránea).
 - d. Canalizaciones: De uso exclusivo o compartido con red de uso general, cajas de inspección y ducterías, Tipo de zona (dura, verde o cruce de calzada)
 - e. Transformadores: De uso exclusivo o compartido con red de uso general, tipo aéreo, local, pedestal o subterráneo.



➤ PQRS del sistema de alumbrado público:

- El sistema de información del registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público debe ser el centro de acopio de la información de los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las repuestas y seguimiento a las mismas
- Debe permitir evaluar los índices de calidad del servicio y soportar las penalizaciones en función de los criterios previamente establecidos entre el municipio y el operador del servicio de alumbrado público.
- La base de datos que se utilice para el registro de quejas y reclamos debe contener como mínimo los registros planteados en la Tabla 3.3.3.1.2 del RETILAP 2024

➤ Bases de datos del sistema de alumbrado público:

- El sistema de información de alumbrado público debe permitir la sistematización en código abierto de la información, de manera ordenada y funcional, garantizar la conservación de la base estadística, respondiendo a las necesidades de información, tanto de las entidades municipales como de terceros autorizados, derivada de la ejecución de actividades del operador y de la interventoría. La información mínima para dicha base de datos se encuentra en el inciso 3.3.3.1.3 del RETILAP 2024.

90

➤ Mantenimiento del sistema de alumbrado público:

- La administración municipal, debe establecer las políticas para que en la operación y el mantenimiento del sistema de alumbrado público se cumpla con la materialización de las acciones y condiciones controlables que se tomaron como base en el factor de mantenimiento determinado para el proyecto (esquema de mantenimiento). En el mismo sentido debe exigir el cumplimiento de los niveles de iluminación mínimos mantenidos contemplados en el presente Reglamento.
- De igual forma se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:
 - Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento correctivo
 - Esquema de mantenimiento de instalaciones de alumbrado público

Todo lo mencionado anteriormente fue tomado del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP 2024, Art. 3.3.3. Administración, operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público.



A partir de la información utilizada como base para el análisis del funcionamiento del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Paipa, se logró constatar que, en la actualidad, el municipio no cuenta un sistema de información (software o base de datos) que permita tener información veraz y actualizada, conforme a las estipulaciones de la resolución CREG 101 013 de 2022, en donde se realice el seguimiento de los procesos entre los que cabe mencionar; inventario actualizado de la infraestructura de alumbrado público, atención de fallas, diagnósticos y acciones preventivas y correctivas, peticiones quejas y recursos, georreferenciación de puntos lumínicos con características eléctricas de cada punto, índice de calidad, eficiencia y mantenimiento del servicio; reconociéndose que, esta información, resulta fundamental para llevar de manera óptima todos los procesos que engloban la prestación del servicio de alumbrado público, por parte del municipio.



5. Definición de las necesidades del servicio de alumbrado público

En la siguiente información se buscará el cubrimiento de aspectos relevantes para el desarrollo adecuado del sistema de alumbrado público del municipio de Paipa, donde se presentarán todos los puntos necesarios que permitirán la ejecución del proyecto de modernización, reposición, expansión, administración, operación y mantenimiento, del sistema de alumbrado público para el municipio de Paipa, mediante el uso de eficiencia energética con tecnología led de última generación para alumbrado público.

La información a presentarse, se armoniza con el numeral 2 del Artículo 6 de la Resolución CREG 101 013 de 2022.

5.1. Marco conceptual: criterios de diseño de iluminación en alumbrado público

5.1.1. Definiciones en diseño de alumbrado público

Los siguientes términos son utilizados en el diseño de alumbrado público en general:

Alcance: Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: de alcance corto, medio o largo.

Altura de montaje (en una vía): Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

Campo visual: Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

Candela (cd): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lumen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de 540×10^{12} Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ W por estereorradián.

Candela por metro cuadrado (cd/m²): Unidad de luminancia.

Capacidad visual: Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino, por medio del músculo ciliar.

Curva ISOLUX: Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.



Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

Fuente luminosa: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminancia promedio horizontal mantenida (E prom): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia promedio en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. También se le conoce como iluminancia media mantenida.

Índice de deslumbramiento unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m²).

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²).

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público emitido por el Ministerio de Energía para obligatorio cumplimiento en todo el territorio colombiano, avalado mediante.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEII): Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes.

Visibilidad: Calidad o estado de ser perceptible por el ojo. En muchas aplicaciones en exteriores, la visibilidad se define en términos de distancia a la cual un objeto puede ser percibido escasamente por el ojo.



METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN DEL MUNICIPIO DE PAIPA:

A continuación, se presentan cada uno de los pasos a tener en cuenta para el diseño de iluminación de acuerdo con RETILAP 2024.

- Determinar variables ambientales como: temperatura promedio, altura sobre el nivel del mar y grado de contaminación del proyecto.
- Definir las dimensiones básicas de los espacios a iluminar, sean senderos peatonales, estaciones de esparcimiento o vías de circulación vehicular. Lo anterior en base a la topografía aplicada al proyecto.
- Determinar la categoría del proyecto, la clasificación de la vía, la situación de la iluminación y el tipo de iluminación a utilizar en el proyecto.
- Escoger el tipo de luminaria a utilizar por el cliente y/o de catálogo técnico de fabricantes de luminarias.
- Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.
- En caso de que los valores de luminancia no cumplan con los valores exigidos por la Norma, se realizan iteraciones en el software cambiando el valor de las variables de las luminarias como son: altura de montaje y ángulo de inclinación hasta obtener los resultados esperados.

94

PLANIFICACIÓN:

En la planeación del diseño de iluminación del municipio de Paipa, se debe identificar las características propias y esenciales para las simulaciones, de acuerdo a lo establecido en el reglamento RETILAP 2024.

1. Georreferenciación: Se utiliza herramienta de georreferenciación, por ejemplo, Google Maps y Earth, GPS junto levantamiento de campo.
Ejercicio: Se verifica ubicación exacta de cada vía/zona a verificar para poder darle una asignación como muestra para en campo realizar la caracterización.
2. Nomenclatura: Nombre de la vía/zona.
Ejercicio: Luego de georreferenciada la vía/zona se procede a comparar ubicación con la cartografía oficial del municipio aterrizada en el POT.
3. Velocidad de la Vía: Verificación de señales de velocidad existente.
Ejercicio: Determinar la velocidad máxima permitida por la ley de la vía.
4. Importancia de la vía: Tipo de vía según POT.
Ejercicio: se debe validar por medio del POT, nombre clasificatorio de la Vía, por ejemplo, vía Principal, secundaria o terciaria, la cual va directamente al tránsito de



vehículos, junto con este y el anterior ítem se establece tipo de vía a designar para simular.

5. **Altura de Poste actuales:** Verificación por medio de visita a campo la altura de los postes, y promedio libre disponible.
Ejercicio: a través del Levantamiento de campo realizado, validar en placa características de los postes para definir altura típica para el perfil.
6. **Tipo de Material de la Vía:** Inspección visual de material que existe en la vía/zona.
Ejercicio: Identificar si la vía es de tipo R2 (Asfalto, Qo 0.07) o R3 (Concreto, Qo 0.07), lo cual afecta la reflectancia reflejada en el pavimento, por ende, los niveles de iluminación necesaria.
7. **Andenes Peatonales, Ciclorrutas y Zonas de Descanso:** Identificar y señalar estas zonas para validar parámetros a cumplir.
Ejercicios: en cada caracterización de vía/zona identificar y señalar las medidas de andenes, ciclorrutas y zonas de descanso, su ubicación geográfica y tratar como zonas de importancia debido al paso peatonal, el cual implica, mantener el nivel adecuado de iluminación que se traduce en seguridad peatonal.
8. **Zonas Críticas:** Evaluación de riesgos y análisis de Trafico.
Ejercicio: Validar existencia de zonas críticas dentro del municipio, como intersecciones, cruces, intercambiadores, cruces, etc; zonas que deben ser clasificadas como áreas C y que requieren un nivel diferente a las vías vehiculares.

95

5.1.2. Metodología Diseños de Iluminación de Alumbrado Público

De acuerdo a lo establecido en RETILAP 2024, en el contenido del Artículo 3.3.1 del libro 3, los criterios, la planificación y la metodología con que se realiza el diseño de Iluminación de Alumbrado Público de Paipa es el siguiente:

CRITERIOS GENERALES PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS:

1. Requerimientos de visibilidad donde la iluminación proporcionada por un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para permitir el desarrollo normal y proporcionar una percepción de seguridad en la movilidad tanto vehicular como peatonal, así como de otras actividades que puedan realizarse de manera habitual en espacios públicos.
2. La cantidad y calidad de luz es el objetivo del alumbrado público
3. Verificar que no se violen los indicadores de densidad de potencia instalada.
4. Brindar una comodidad visual donde se debe entender como la cualidad del sistema de iluminación que permite su aprovechamiento sin generar cansancio visual y tensión nerviosa
5. verificar que los valores de relación de entorno (EIR) se encuentren dentro de los valores requeridos por RETILAP
6. Evaluación técnico-económica para todos los proyectos de alumbrado público donde se incluyan no solo los costos de inversión sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público, de acuerdo con la clasificación de proyecto, tipo B o C.



7. El Uso Racional y Eficiente de la energía debe ser tenido en cuenta en todos los proyectos de alumbrado público y tener en cuenta las demás leyes nacionales que lo fomentan.
8. Determinar las condiciones ambientales, así como las condiciones particulares del medio donde se implementará la instalación, en especial aquellas que impliquen contaminación ambiental, presencia de agentes corrosivos, características climáticas del sitio, viabilidad y periodicidad del mantenimiento, para determinar las características de los productos que resulten necesarias para el desarrollo del proyecto
9. Seguir los requerimientos de las normas de urbanismo y el Plan de Ordenamiento Territorial – POT de cada ciudad o municipio, donde deben estar estipuladas las clasificaciones de las vías de acuerdo con su importancia
10. En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de redes eléctricas compartidas, se deben realizar los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los niveles de iluminación exigidos en RETILAP.
11. En plazas públicas y vías con identidad histórica o turística, definidas por las autoridades municipales, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución, de tal manera que resulten concordantes con las prescripciones arquitectónicas
12. Los diseños se deben realizar con recubrimiento en concreto usado R2 (Qo 0,07) y para asfalto usado R3 (Qo 0,07) según corresponda al tipo de recubrimiento
13. Para vías con destinación histórica o turística donde los recubrimientos sean diferentes de asfalto o concreto, el cálculo de iluminación de la vía se debe realizar de la siguiente forma: Si el recubrimiento es adoquín gris se puede realizar el cálculo con recubrimiento R2 Qo(0,07). Si es adoquín color ladrillo o vía empedrada se debe realizar con recubrimiento R3 Qo(0,07).
14. Para el caso de vías sin pavimento se debe realizar el cálculo con recubrimiento R2 Qo(0,07).
15. La iluminación del sistema de alumbrado público debe permitir, en particular, ver en conjunto el campo visual del conductor, el cual incluye las aceras o zonas peatonales, separadores, cruces peatonales y vehiculares, la señalización y en general toda la geometría de la vía, por lo cual la memoria de cálculo debe incluir todas las zonas en el mismo cálculo.
16. En el diseño de la instalación de alumbrado se debe considerar en una misma memoria de cálculo la iluminación de aceras y ciclorrutas, limitando los valores de deslumbramiento de acuerdo con lo exigido en el Reglamento y manteniendo la estética de la instalación.
17. En instalaciones de sistemas de iluminación en carreteras se debe asegurar la continuidad visual sobre el carril de circulación teniendo en cuenta la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad en función de la velocidad de circulación.
18. El diseñador debe tener en cuenta tres variables al seleccionar o asignar la Clase de Iluminación en el diseño de una instalación de alumbrado público para una determinada vía: La velocidad de circulación, La frecuencia y naturaleza de los obstáculos posibles en la vía y, El tipo de usuarios de la vía.
19. Se debe tener en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva), el número de carriles de circulación, las reglas de tránsito, la superficie de la vía y las guías visuales, así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, etc.)
20. En principio, todas las vías que respondan de similar manera a los criterios definidos anteriormente pueden ser iluminadas de manera idéntica. En consecuencia, las vías se



pueden agrupar en varios conjuntos, con el objetivo que respondan a un mismo tipo de iluminación, en función de los fines un mismo conjunto.

- 21.** Para la corroboración de los niveles de iluminación en campo, utilizando los recubrimientos que se encuentran dentro de las dos clasificaciones (R2 concreto usado o R3 asfalto usado), se debe hacer la comparación de los niveles de iluminación obtenidos en la memoria de cálculo en luminancia con los resultados medidos en campo, o de acuerdo con lo estipulado en la metodología del Libro 4.
- 22.** Los productos usados en instalaciones de alumbrado público o para ambientes húmedos deben tener un grado de protección mínimo de IP 65 o NEMA 4.

5.1.3. Parámetros fotométricos a cumplir

Clasificación de Vías Vehiculares, Vías Peatonales y Ciclista

La clasificación de las vías vehiculares se realizará teniendo en cuenta la información contenida en el libro 3 – Instalaciones de Proyectos de Alumbrado Público (Normativa aplicable- RETILAP).

Los espacios públicos que, de acuerdo con las disposiciones nacionales, municipales o distritales, que implementan alumbrado público, deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, donde prima el reglamento técnico sobre las recomendaciones dadas en las cartillas desarrolladas por los municipios, procurando garantizar la seguridad de los usuarios de dichos espacios.

Son consideradas otras áreas de espacio público con fines de esparcimiento, actividades lúdicas, bienes de interés cultural y relajación. Entre ellas están contemplados los parques zonales o vecinales (tanto recreacionales como de esparcimiento), plazas, plazoletas, alamedas, ciclorrutas, espacios peatonales, parqueaderos, zonas verdes destinadas a las diferentes actividades físicas o lúdicas o de esparcimiento de la comunidad (no se incluyen en estas zonas verdes las destinadas exclusivamente a los ecosistemas de fauna y flora; islas de parqueo o similares adyacentes a vías vehiculares y también se incluye la iluminación de fachadas de edificios gubernamentales, de iglesias y monumentos que dentro de los acuerdos municipales sean incluidos como alumbrado público, siempre y cuando esté de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 943 de 2018 o los que lo sustituyan, modifiquen o reemplacen.

Vías Vehiculares

Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado el POT, EOT o PBOT en cada ciudad, municipio o distrito, los cuales deben estar actualizados de acuerdo con lo estipulado en el presente Reglamento en el numeral 3.3.1.1.

En caso de que el municipio no posea clasificación, se deben atender los criterios de clasificación de vías de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3.3.1.1. a, y 3.3.1.1. b. además, el municipio debe incluir en el POT, EOT o PBOT la clasificación de sus vías. Cuando el operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la modernización, debe realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el

cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente Reglamento.

Las vías se clasifican según la descripción de la vía, la velocidad de circulación permitida por la ley y la importancia de la misma, por lo cual se les asignará una clase de iluminación conforme a la siguiente Tabla 3.3.1.1. a. Una vez determinadas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se debe asignar una clase de iluminación y con esto, los requisitos fotométricos mínimos mantenidos. Dichos requisitos se encuentran consignados en la Tabla 3.3.1.3 a del RETILAP. Los valores de la tabla son para piso seco.

Tabla 3.3.1.1. a. Clases de iluminación para vías vehiculares.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h/carril)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	$V \geq 80$	Muy importante	$T > 1000$
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	$45 \leq V < 80$	Importante	$1000 > T > 700$
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	$40 \leq V < 45$	Media	$700 > T > 500$
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	$30 \leq V < 40$	Reducida	$500 > T > 300$
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	$20 \leq V < 30$	Muy reducida	$300 > T > 150$
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.	Muy reducido	$V < 20$	Muy reducido	$T < 150$

Tabla 15. Tabla 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP

Para el efecto, una vez realizada la asignación de clase de iluminación principal, se deben tener en cuenta otros factores como son la complejidad de la circulación, la existencia de controles del tráfico, los tipos de usuarios permitidos en la vía y la existencia de separadores.

Tabla 3.3.1.1. b. Variación en las Clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control del tráfico.

Descripción de la vía	Tipo de Iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (1):	
Alta $T > 1000$ (Veh. /h/carril)	M1
Vías de alta y media velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con confluencias de tráfico, glorieta cruces semaforizados, pasos a nivel y desnivel, diferentes usuarios de vía (3) y separación (2):	
Alta $1000 > T > 700$ (Veh. /h/carril)	M2
Vías intermedias y colectoras en entradas de barrios de tráfico urbano, vías distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía, vías de barrio en sectores comerciales:	
Medio $700 > T > 500$ (Veh. /h/carril)	M3
Bajo $500 > T > 300$ (Veh. /h/carril)	M4
Vías de bajo flujo vehicular, vías de barrio o residenciales. Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías privadas. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Bajo $305 > T > 150$ (Veh. /h/carril)	M5
Bajo $150 > T$ (Veh. /h/carril)	M6

Tabla 16. 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP



5.1.3.1. Áreas críticas y zonas públicas

Una vez determinadas las otras zonas públicas, áreas críticas y sus requerimientos visuales, se debe asignar una clase de iluminación y con esto, los requisitos fotométricos mínimos mantenidos. Dichos requisitos se encuentran consignados en la Tabla 3.3.1.3 b del RETILAP.

Tabla 3.3.1.3. b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Pasos subterráneos para peatones o ciclistas	C0
Rampas vehiculares, puentes vehiculares, entradas a divergencias o convergencias en vías.	C1
Sobre y bajo Puentes Vehiculares	C1

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Puentes peatonales y zonas aledañas a estos espacios ²	C2
Cruces ferroviarios	C1
Glorietas, rotondas.	C0
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, estaciones de metro, entre otros)	C0
TÚNELES dentro de Ciudades, zonas urbanas o cualquier tipo de vía intermunicipal, interdepartamental o vía Nacional, aplica para todos los túneles independiente de su longitud.	NORMA CIE 88, CIE 189, CIE 193

99

Tabla 17.Tabla 3.3.1.3.b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP

NOTAS: (1) Todos los niveles de iluminación deben ser cumplidos con una uniformidad U0 mayor o igual a 0,4. (2) Se considera zona aledaña a la franja de 2 m que circunda horizontalmente el área del puente, rampa y escaleras.

Para la parte de andenes peatonales se debe mantener los siguientes parámetros de iluminación:



Tabla 3.3.1.5 b. Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público.

Clase de iluminación	Tipos de aplicación
P1	Zonas peatonales adyacentes a vías principales con clase de iluminación M1 y M2
P2	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M3, senderos peatonales no adyacentes a vías y con alto índice de circulación de personas, paseos peatonales comerciales abiertos, zonas peatonales alrededor de zonas de parqueo abiertos y zonas de parqueo en zonas de reserva forestal.
P3	Senderos peatonales con alta afluencia de personas adyacentes o dentro de parques recreativos, polideportivos o similares, senderos peatonales no adyacentes a vías vehiculares
P4	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M4 y M5.
P5	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M6.
P6	Zonas verdes dentro de parques urbanos o iluminación de Zonas peatonales dentro de reservas naturales, senderos rurales, complejos de protección ecológicos y de protección de fauna silvestre, ¹ o zonas dentro de estos complejos, donde se autorice implementar iluminación de seguridad.

Tabla 18.Tabla 3.3.1.5.b. Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con clases de iluminación P para otras zonas del espacio publico

Para zonas de reserva natural excepto zona de tránsito de vehículos en las vías de acceso la altura máxima de instalación de la luminaria es de 5 metros, con distribución fotométrica que no emita flujo luminoso (FHS) encima de la horizontal, solo se deben iluminar senderos peatonales que conduzcan a edificios o parqueaderos dentro de la reserva forestal, es de criterio del diseñador no iluminar estos espacios de no ser necesario, allí prima el no perturbar a la fauna.

5.1.3.2. Valores en vías vehiculares, ciclorutas y vía peatonal

La siguiente tabla ilustra cada una de los parámetros o bases que deben cumplir los resultados obtenidos de cada simulación.

Tabla. 3.3.1.2. a. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010.

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco					Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)
	Luminancia promedio Lprom (cd/m²)	Uo (min/med)	UL (min/max)	FTI	Relación de entorno mínimo EIR								
M1	2.0	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M2	1,5	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M3	1,0	0,4	0.6	15	0,30	10 - 15	2	3	2	10 - 15	2	3	2
M4	0,75	0,4	0.6	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M5	0,50	0,35	0.4	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M6	0.30	0.35	0.4	20	0,30	3 - 4,5	1	1	0,6	3 - 4,5	1	1	0,6

Tabla 19. Tabla 3.3. 1.2.a. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010.

5.1.3.3. Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías

101

El cálculo de los indicadores de prestación energética, están constituidos por la densidad de potencia instalada PDI (Dp), indicador Anual de consumo de energía ECI (DE) y el consumo de potencia de la instalación por kilómetro. Estos parámetros deben ser tenidos en cuenta para ser ponderados como complemento del análisis técnico económico; para este análisis se deben entregar las memorias de cálculo donde se informe del valor en luminancia e iluminancia.

Los valores máximos permitidos en instalaciones viales, para cada uno de los valores de Dp y DE se tienen los siguientes valores.

De la Tabla 3.3.1.8. b – Valores máximos permitidos para el Indicador de densidad de potencia Dp en W·lx-1·m-2.



Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	0,025
M2	0,018
M3	0,015
M4	0,012
M5	0,09
M6	0,06

Tabla 20.Tabla 3.3.1.8. b RETILAP

De la Tabla 3.3.1.8. c – Valores máximos permitidos para el Indicador de consumo anual de energía DE en kWh-m-2.

Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	2,4
M2	1,25
M3	1,1
M4	1
M5	0,7
M6	0,4

Tabla 21.Tabla 3.3.1.8. c. RETILAP

Como parámetro complementario se debe tener en cuenta que se le debe dar alta ponderación a un diseño de iluminación al que tenga menor consumo de energía por Km por lo cual se debe tener en cuenta el cálculo de este parámetro mediante la siguiente formula.

$$\text{Consumo de energía x km} = (\text{Int}/1000) W$$

Donde:

Int: Interdistancia entre luminarias dato obtenido de la memoria de cálculo.

W: potencia consumida por las luminarias presentes en un punto luminoso o poste, para el caso de disposiciones bilaterales opuestas se debe multiplicar por dos este consumo.

Para diseños de otros espacios del espacio público se debe determinar el solo el valor del DE, y el valor máximo de nivel de iluminación promedio en luxes definido para cada una de las zonas no debe exceder en un 15 % el valor mínimo permitido por el reglamento.



5.1.4. Parámetros eléctricos a cumplir

Los parámetros eléctricos que se deben cumplir están estipulados en las secciones aplicables al proyecto de Alumbrado Público de la normatividad eléctrica colombiana, tales como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), NTC 2050, normativa técnica del operador de red.

5.1.4.1. Tipos de postes y redes eléctricas

Los postes y redes contemplados son los existentes en el municipio de Paipa. En la actualidad existen redes trenzadas y abiertas; en cuanto al material de la postería, se encuentran postes de concreto y metálicos.

5.2. Diseño de iluminación alumbrado público de Paipa

5.2.1. Variables ambientales

ALCANCE: modernización alumbrado público del municipio de Paipa.

DEPARTAMENTO: Boyacá.

TEMPERATURA PROMEDIO: La temperatura promedio anual es de 18 °C.

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR: Altitud de 2500 m.s.n.m.

103

5.2.2. Dimensiones del diseño de iluminación

El servicio de alumbrado público se prestará en todo el territorio urbano y rurales del municipio de Paipa, se establecerá en los diez y nueve (19) barrios que se extienden en el territorio del municipio, Villa Jardín, Pablo Solano, Villa Vianey, San Felipe, Corinto, Cartagena, Las Quintas, Villa Panorama, Los Rosales, Sausalito, Fatima, La Pradera, Las Delicias, Centro, San Miguel, Libertadores, Gaitán, El Bosque, Primero de Mayo y (39) Veredas, La Playa, Tunal, Salitre, Rio Arriba, Mirabal, Canocas, Varguitas, Pantano de Vargas, Chital, Venta de Llano, Pastoteros, Volcán, La bolsa, Marcura, Llano Grande, Tejar, Sativa, Rosal, Medios, Rincón de Españoles, Toibita, Romita, Cruz de Bonza, Jazminal, Fiscal, Guacamayas, Venado, Pena Blanca, Pena Amarilla, Retiro, Curial, Centro, San Pedro, Quebrada Honda, La Esperanza, Canos, Rincón de Vargas, Cruz de Murcia, Palermo. Es por ello que las vías a iluminar están ubicadas en la cabecera municipal de Paipa. A continuación, se muestra una georreferenciación de la cabecera municipal:



Imagen 4. Imagen 5. Cabecera municipal de Paipa Boyacá.
Fuente Google maps- 2024.

5.2.3. Clasificación de vías en el municipio

Para llevar a cabo la clasificación de las vías del municipio de Paipa, se realizó un proceso exhaustivo de toma de muestras en diversas zonas del municipio. Se recogieron aproximadamente 25 muestras representativas, las cuales permitieron obtener una visión clara y precisa de los perfiles viales existentes en la localidad. Este análisis detallado de las características de las vías fue fundamental para garantizar que la ejecución del proyecto sea adecuada, permitiendo la presentación de los perfiles lumínicos finales de manera precisa y ajustada a las necesidades específicas de cada tipo de vía. De esta forma, se asegura la correcta implementación del diseño lumínico, optimizando la eficiencia y la calidad de la iluminación en todo el municipio.

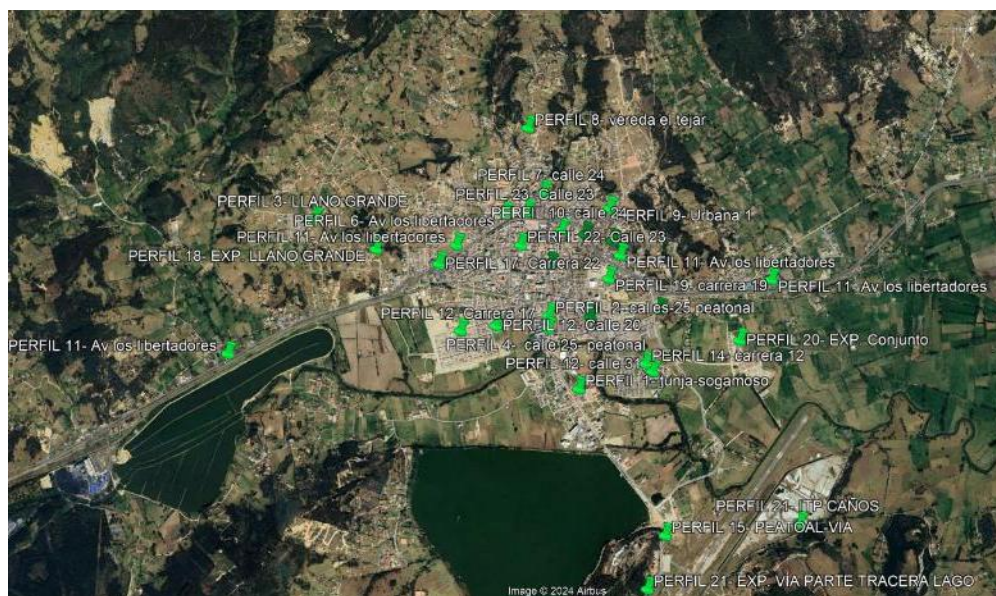


Imagen 5. Sección de Perfiles viales del Municipio

En la imagen anterior, ilustra las diversas muestras tomadas en diferentes puntos del municipio. A partir de este análisis, se establece una clasificación detallada para cada sección vial, lo que permite aplicar criterios específicos y personalizados para cada perfil, es decir, para cada una de las vías incluidas en el estudio, se define de manera individualizada los elementos y características que deben ser implementados, garantizando que cada sección vial cuente con las condiciones óptimas y adecuadas para su funcionalidad y desempeño, atendiendo a sus particularidades y necesidades específicas:

- Anden/Franja Peatonal izquierdo.
- Cicloruta o ciclocarril izquierdo.
- Zona Verde / Franja Amoblamiento Izquierda.
- Carril Mixto Izquierdo.
- Separador Central.
- Carril Mixto Derecho.
- Zona Verde / Franja Amoblamiento Derecho.
- Cicloruta o ciclocarril Derecho.
- Anden/Franja Peatonal Derecho.

Luego de validar la información, la revisión en campo de los levantamientos de Caracterización de Vías **Anexo G**, donde se valida la velocidad de cada vía, tipo y características generales se procede a Clasificar las vías del municipio, se presenta en el **Anexo C** del presente documento Estudio Técnico de Referencia, se presenta plano de la clasificación de vías del municipio de Paipa, en resumen, Paipa cuenta con:



PERFIL	DISPOSICIÓN	TIPO DE VÍA	DIRECCIÓN	LATITUD	LONGITUD
P1	Unilateral	M3	Tunja-Sogamoso (desde Spa Los Lirios, hasta la vía a Club Náutico)	5.771927°	-73.115756°
P2	Central Doble	M4	Calles 25 (desde la intersección Cra. 16, hasta la Cra. 18)	5.776566°	-73.117572°
P3	Unilateral	M5	Exp. LLANO GRANDE Calle10ª (desde la Cabaña Villa Makus, hasta la Cra. 25)	5.783009°	-73.132292°
P4	Central Doble-Bilateral Opuesta	M4	Calle 25 (desde la Vía a Pista Atlética, hasta la Cra. 16)	5.775749°	-73.117636°
P5	Central Doble	M5	Calle 27 (desde la intersección Cra. 17Este, hasta la Cra. 18 este)	5.776449°	-73.114916°
P6	Central Doble	M3	Carrera 22 (desde la intersección Cl. 27, hasta Av los libertadores)	5.781648°	-73.115169°
P7	Unilateral	M4	Av los libertadores (desde la intersección con la Cl. 20a, hasta la Cl26)	5.783045°	-73.120190°
P8	Unilateral	M5	Calle 24 (desde la intersección con la Av. Los libertadores hasta la intersección con la Cl. 25)	5.784370°	-73.117733°
P9	Unilateral	M5	Vía a Vereda el tejar (desde la intersección con la Cl. 24 hasta la Escuela de El Tejar)	5.788454°	-73.118625°
P10	Unilateral	M5	Carrera 24 (desde intersección Av los libertadores, hasta la intersección con la Cra. 28)	5.783244°	-73.113578°
P11	Unilateral	M5	Calle 26 (desde la intersección con la Av los libertadores, hasta la intersección con la Cra. 19)	5.781216°	-73.113449°
P11	Central Doble	M3	Carrera 22 (desde la intersección con la Cl. 30, recorriendo la Cl 31 hasta la intersección con Av. Los libertadores)	5.781943°	-73.116633°
P11	Central Doble	M3	Av los libertadores (desde Retonda Sur Paipa, hasta la intersección con la Cl20a)	5.781152°	-73.123327°
P11	Central Doble	M3	Av los libertadores (desde la Cl26, hasta Retonda Norte Paipa)	5.780288°	-73.112968°
P12	Unilateral	M6	Barrio la Estación	5.772910°	-73.111069°
P12	Unilateral	M6	Barrio san Daniel - (sin incluir la carrera 12B comprendida desde la intersección con la Cl. 30, hasta la Cl. 31 sumado las diagonales (Diagonal 30 A))	5.775740°	-73.123195°
P13	Unilateral	M3	Exp. Calle 33 (desde la intersección Carril del Tren, hasta la intersección con vía Tunja - Sogamoso)	5.776009°	-73.120934°
P14	Unilateral	M6	Carrera 12 B (desde la intersección con la Cl. 30, hasta la Cl. 31 sumado las diagonales (Diagonal 30 A))	5.776812°	-73.110579°
P15	Unilateral doble propósito	M2	Vía Tunja - Sogamoso (desde el desvío a Vía Club Náutico hasta a la Vía a Pantano De Vargas)	5.773421°	-73.111513°
P16	Unilateral	M5	Calle 25 (desde la intersección con Cra. 18, hasta Av. Los libertadores)	5.762591°	-73.110498°
P17	Unilateral	M5	Carrera 22 (desde la intersección con Cra. 19, hasta la intersección con la Cl. 21)	5.779818°	-73.117405°
P18	Unilateral	M5	Exp. LLANO GRANDE Calle 10ª y 10c (desde la Cabaña Villa Makus Cl10ª, sigue por Cl10c hasta intersección Cra 23)	5.779992°	-73.124477°
P19	Unilateral	M4	Carrera 19 (hasta intersección con Cra. 21)	5.781011°	-73.128439°
P20	Unilateral	M4	Exp. Vía Parte trasera del lago Sochagota (desde Vía Entrada Hotel Hacienda El Salitre hasta intersección Vía Tunja-Sogamoso)	5.778834°	-73.113721°
P20	Unilateral	M4	Exp. ITP CAÑOS (desde Las Palmeras restaurante asadero hasta vía entrada La Casona De Santiago)	5.759233°	-73.111688°
P21	Unilateral	M4	Carrera. 21 (desde la intersección con la Cra 19, hasta la intersección con la Cl. 23)	5.763170°	-73.101971°
P22	Unilateral	M4	Calle 23 (desde la intersección Av. Los libertadores, hasta la intersección con la Cra. 23)	5.781069°	-73.119248°
P22	Unilateral	M4	Calle 23 (desde la intersección Av. Los libertadores, hasta la intersección con la Cra. 23)	5.783159°	-73.118800°

Tabla 22. Perfiles lumínicos del municipio

Las vías que no han sido específicamente mencionadas en el análisis anterior se consideran dentro de los perfiles correspondientes al tipo de vía M5. Este tipo de perfil abarca aquellas secciones viales que no requieren un tratamiento especializado distinto, y por lo tanto, se



integran dentro de la clasificación general de este tipo de vía. En cuanto a los perfiles que han sido trabajados de manera detallada, estos incluyen:

PERFIL	DISPOSICIÓN	TIPO DE VÍA	INTERDISTANCIA (m)	ANCHO BERMA 1 (m)	ANCHO ANDEN 1 (m)	ANCHO CICLORUTA 1 (m)	ANCHO CALZADA 1 (m)	ANCHO ANDEN CENTRAL (m)	ANCHO CALZADA 2 (m)	ANCHO CICLORUTA 2 (m)	ANCHO ANDEN 2 (m)	ANCHO BERMA 2 (m)	AVANCE BRAZO 1 (m)	AVANCE BRAZO 2 (m)	MASTIL-CALZADA (m)	RANGO DE ALTURAS
1	Unilateral	M3	34.6	N/A	4.2	N/A	8.2	N/A	N/A	N/A	4.2	N/A	1.0	N/A	4.7	10.2-11.2
2	Central Doble	M4	31.0	N/A	2.7	N/A	4.8	6.0	5.0	N/A	3.3	N/A	1.5	N/A	3.0	7.0
3	Unilateral	M5	29.0	N/A	N/A	N/A	6.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
4	Central Doble-Bilateral Opuesta	M4	35.0	N/A	4.1	N/A	6.3	16.0	6.1	N/A	1.9	N/A	1.5	N/A	8.0-2.1	7.0-8.4
5	Central Doble	M5	32.5	N/A	1.2	N/A	5.8	2.1	6.8	N/A	1.3	N/A	1.0	N/A	1.0	7.6
6	Central Doble	M3	35.6	0.4	4.6	N/A	7.5	5.7	7.5	N/A	4.6	0.2	1.5	N/A	2.6	8.4-9.4
7	Unilateral	M4	34.0	0.3	1.2	N/A	10.0	N/A	N/A	N/A	0.9	N/A	1.5	N/A	0.3	10.0-11.0
8	Unilateral	M5	37.0	0.4	N/A	N/A	5.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
9	Unilateral	M5	23.7	0.3	N/A	N/A	5.7	N/A	N/A	N/A	N/A	0.3	1.0	N/A	0.3	6.6-7.6
10	Unilateral	M5	28.2	N/A	2.4	N/A	5.5	N/A	N/A	N/A	2.2	N/A	1.0	N/A	0.6-1.4	7.0
11	Central Doble	M3	35.6	0.5-0.3	1.3	N/A	7.0	1.9	7.3	N/A	1.2	0.5-0.3	1.5	N/A	1.0	8.4-9.4
12	Unilateral	M6	26.3	N/A	2.0	N/A	5.7	N/A	N/A	N/A	3.5	N/A	2.6	N/A	1.9	6.0-7.0
13	Unilateral	M3	37.0	0.6	1.3	1.0	7.8	N/A	N/A	1.2	1.3	0.6	2.4	N/A	2.8	10.2-11.2
14	Unilateral	M6	25.0	N/A	3.5	N/A	5.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.2	N/A	1.8	6.6-7.6
15	Unilateral doble propósito	M2	33.0	N/A	2.0	1.5	8.3	N/A	N/A	N/A	2.7	N/A	1.0	1.0	1.0	10.2-11.2
16	Unilateral	M5	38.5	0.4	3.7	N/A	3.0	N/A	N/A	N/A	3.7	0.4	1.0	N/A	1.1	6.0-7.0
17	Unilateral	M5	34.4	N/A	1.5	N/A	7.5	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	N/A	0.0	6.6-7.6
18	Unilateral	M5	31.0	N/A	N/A	N/A	3.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	1.0	6.6-7.6
19	Unilateral	M4	23.5	N/A	2.5	N/A	7.0	N/A	N/A	N/A	2.4	N/A	1.0	N/A	1.0	8.0-9.0
20	Unilateral	M4	39.0	0.6	N/A	N/A	6.6	N/A	N/A	N/A	N/A	0.7	1.5	N/A	1.0	8.4-9.4
21	Unilateral	M4	30.0	N/A	3.0-1.2	N/A	8.4	N/A	N/A	N/A	1.3	N/A	1.5	N/A	0.3	6.6-7.6
22	Unilateral	M4	25.4	N/A	2.5	N/A	7.4	N/A	N/A	N/A	N/A	2.6	1.0	N/A	0.1	6.6-7.6

Tabla 23. Perfiles lumínicos del proyecto de iluminación del municipio

El diseño del sistema de iluminación para el municipio de Paipa fue desarrollado tomando como base un total de 22 perfiles lumínicos, que representan las diferentes zonas y características urbanísticas de la localidad. Adicionalmente, se incorporaron luminarias LED para la realización de los diseños, buscando optimizar el consumo eléctrico y garantizar una iluminación más eficiente y sostenible. Este enfoque integral permite adaptar la infraestructura luminosa a las necesidades actuales del municipio, mejorando la seguridad, la visibilidad y la estética del entorno urbano, al mismo tiempo que se contribuye al cuidado del medio ambiente a través del uso de tecnologías más eco amigables.

5.3. Características de las luminarias

Las luminarias LED consideradas en el presente estudio tienen una eficacia lumínica superior a 130 lm/w, las cuales están distribuidas en el siguiente rango de potencias:



TECNOLOGÍA	FLUJO LUMINOSO (Lm)
LUM. LED	3720-4630
LUM. LED	5170-6940
LUM. LED	9650-10360
LUM. LED	14700-15520
LUM. LED	18050-20115
REF. LED	13800-18900
REF. LED	24000-38400
REF. LED	41000-123000
FARL. LED	7710-8910

Tabla 24.Rango de potencias luminarias LED

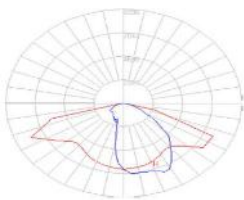
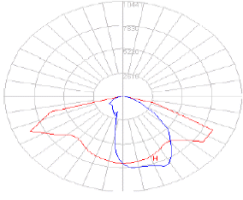
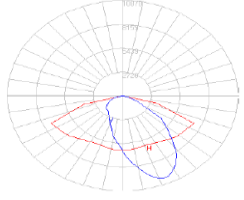
De acuerdo con RETILAP 2024, se debe realizar la evaluación de por lo menos tres propuestas fotométricas, las cuales se presentarán a continuación:

5.3.1. Propuesta número 1

Se evalúa la luminaria de marca **ROY ALPHA**, con las siguientes características:

HOMOLOGA ROY ALPHA			
POTENCIA (W)	LUMENES	EFICIENCIA	REFERENCIA
27	3738	138	RALED I
35	5180	148	RALED II
70	9764	139.5	RALED II
103	14710	142.8	RALED II
128	18054	141.0	RALED II

Tabla 25.Características de las luminarias ROY ALPHA

ITEM	DESCRIPCIÓN	LUMINARIA ROY ALPHA		
		RALED I	RALED II	RALED II
2.1	Vida Útil	L70B10 100.000 horas	L70B10 100.000 horas	L70B10 100.000 horas
2.2	Curvas polares			
2.3	potencia de la luminaria W	27	35 - 57 - 128	103
2.4	Eficiencia Lm/W	138.44	148 - 139.5 - 141	142.8
2.5	Flujo Luminoso	3738	5180 - 7603 - 18054	14710
2.6	Tensión de Alimentación	120-277	120-277	120-278
2.7	Clase Eléctrica	Clase I	Clase I	Clase I
2.8	Temperatura de color ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K



ITEM	DESCRIPCIÓN	LUMINARIA ROY ALPHA		RALLED II
		RALED I	RALED II	
2.9	Indice de reproducción cromática CRI >80	70	70	70
2.10	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP 66 IK08	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK09
2.11	Certificaciones y homologación que normas cumple	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2008

Tabla 26. Luminaria ROY ALPHA

Con base a las luminarias seleccionada se procede a realizar los cálculos Lumínicos, mostrados a continuación:

- Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento está dado por la tabla 3.3.1.9.c. cómo se expresa a continuación:

Clasificación de iluminación de la vía	Grado de contaminación	Factor de mantenimiento a utilizar en el diseño o cálculo de iluminación
M1	ALTO	0,86
M2	ALTO	0,86
M3	ALTO	0,86
M4	MEDIO	0,87
M5	BAJO	0,88
M6	BAJO	0,88

Tabla 27. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP

Dichos valores son los utilizados para la ejecución de todos los diseños de alumbrado público, “Para el cálculo de iluminación en proyectos nuevos de alumbrado público con tecnología LED se deben tomar los factores de mantenimiento de la Tabla 3.3.1.9. c. basados en la información de fLM, Tomando como base un factor de depreciación de flujo del 5 % a las 50.000 horas de vida y un factor de supervivencia de 1.” RETILAP 2024

- Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo al grado de contaminación del sitio donde esté instalado el equipo. Los valores del factor de depreciación según el Retilap 2024, se pueden observar a continuación:

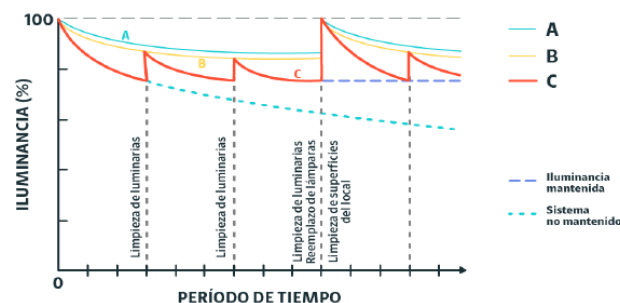
Clasificación IP del compartimento óptico	Contaminación del sitio	Periodo de limpieza en años				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 6X	ALTA	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83
	MEDIA	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	BAJA	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Tabla 28. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP

• Factor de depreciación luminosa de la fuente

El DLB, es un factor para estimar el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55 °C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.

- La curva A indica la reducción de la iluminancia si solo actuara la depreciación de la bombilla (DLB).
- La curva B corresponde a la depreciación del local.
- La curva C corresponde a la variación real de los niveles de iluminancia como resultado del mantenimiento.



Gráfica 5. Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.

• Diseño de vías vehiculares

Una vez obtenidos los perfiles para cada una de las vías a diseñar y teniendo en cuenta los requisitos fotométricos mínimos exigidos en el RETILAP para cada clase de iluminación, se procede a simular cada uno de los perfiles tipo, con el objetivo de encontrar la máxima Interdistancia. Estos valores serán los criterios de diseño para realizar la sustitución a luminarias LED en cada uno de los vanos que conforman las vías del Municipio.

Características del perfil:



PERFIL	TIPO VÍA	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m) [1]	RETROCESO (m) [1]	AVANCE DEL BRAZO (m) [1]	ÁNGULO ° [1]	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)[2]	RETROCESO (m) [2]	AVANCE DEL BRAZO (m) [2]	ÁNGULO ° [2]
1	M3	-2.3	4.7	2.4	15°	N/A	N/A	N/A	N/A
2	M4	-0.6	3	2.4	0°	-0.6	3	2.4	0°
3	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
4	M4	-6.5	2.1	1.5	0°	-0.6	2.1	1.5	5°
5	M5	0.5	1	1.5	10°	0.5	1	1.5	10°
6	M3	-0.4	2.8	2.4	15°	-0.4	2.8	2.4	15°
7	M4	1.2	0.3	1.5	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
8	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
9	M5	0.7	0.3	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
10	M5	0.4	0.6	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
11	M3	1.4	0.9	2.4	0°	1.4	0.9	2.4	0°
12	M6	0.7	1.9	2.6	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
13	M3	-0.4	2.8	2.4	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
14	M6	-0.3	1.8	1.5	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
15	M2	0.5	1	1.5	5°	0.3	0.7	1	0°
16	M5	3.6	1.1	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
17	M5	1	0	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
18	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
19	M4	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
20	M4	0.5	1	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
21	M4	2.1	0.3	2.4	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
22	M4	2.3	0.1	2.4	5°	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 29.Características del perfil

111

Simulación de perfiles tipos resultantes

PERFILES	TIPO VÍA	CALZADA 1					CALZADA 2					ANDEN 1		CICLORUTA 1		CICLORUTA 2		ANDEN 2		De	Dp
		Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin		
1	M3	1.29	0.51	0.75	10	0.62	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16.09	7.28	N/A	N/A	N/A	N/A	12.20	8.80	0.012	0.97
2	M4	0.83	0.5	0.64	12	0.59	0.83	0.45	0.56	11	0.10	7.14	3.69	N/A	N/A	N/A	N/A	6.33	3.13	0.013	0.63
3	M5	0.62	0.47	0.65	8	0.48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.017	0.621
4	M4	0.75	0.69	0.67	8	1.17	0.75	0.71	0.72	8	1.16	6.24	2.88	N/A	N/A	N/A	N/A	8.76	4.65	0.005	0.435
5	M5	0.55	0.45	0.65	11	0.70	0.58	0.52	0.70	11	0.61	6.81	3.81	N/A	N/A	N/A	N/A	5.76	3.51	0.013	0.482
6	M3	1.38	0.51	0.72	11	0.68	1.36	0.53	0.76	11	0.68	12.73	8.31	N/A	N/A	N/A	N/A	12.22	7.44	0.012	0.979
7	M4	0.92	0.51	0.74	8	0.32	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.56	4.57	N/A	N/A	N/A	N/A	9.38	7.11	0.013	0.664
8	M5	0.67	0.42	0.41	11	0.61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.015	0.601
9	M5	0.78	0.56	0.78	7	0.46	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.016	0.723
10	M5	0.69	0.46	0.59	9	0.50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.93	2.88	N/A	N/A	N/A	N/A	6.05	3.47	0.011	0.379
11	M3	1.27	0.48	0.69	10	0.68	1.27	0.52	0.73	10	0.65	13.09	8.15	N/A	N/A	N/A	N/A	12.61	7.96	0.013	0.968
12	M6	0.71	0.53	0.72	10	0.43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.66	4.08	N/A	N/A	N/A	N/A	4.46	1.78	0.011	0.401
13	M3	1.22	0.52	0.70	9	0.45	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.75	5.22	10.82	7.78	13.39	9.94	11.40	8.62	0.013	0.884
14	M6	0.67	0.54	0.73	9	0.68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.48	1.84	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.015	0.538
15	M2	1.60	0.51	0.77	9	0.61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15.48	9.43	19.61	13.35	N/A	N/A	15.13	10.38	0.003	0.226
16	M5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.98	2.01	11.27	2.74	N/A	N/A	6.88	2.59	0.010	0.325
17	M5	0.71	0.35	0.40	13	0.34	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.94	3.07	N/A	N/A	N/A	N/A	5.21	2.78	0.010	0.388



PERFILES	TIPO VÍA	CALZADA 1					CALZADA 2					ANDEN 1		CICLORUTA 1		CICLORUTA 2		ANDEN 2		De	Dp
		Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin		
18	M5	0.68	0.54	0.58	8	0.60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.025	0.94
19	M4	0.78	0.49	0.71	9	0.46	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.19	3.71	N/A	N/A	N/A	N/A	6.3	3.75	0.010	0.414
20	M4	0.96	0.47	0.60	9	0.43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.016	0.876
21	M4	0.75	0.45	0.61	10	0.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.80	4.37	N/A	N/A	N/A	N/A	3.38	1.59	0.010	0.367
22	M4	0.82	0.43	0.70	13	0.32	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.45	1.37	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.010	0.441

Tabla 30. Simulación de perfiles tipo resultantes

Lm: Luminancia promedio; UO: Factor de uniformidad Horizontal; UL: Factor de Uniformidad Longitudinal; TI: Incremento de umbral, SR: Relación de alrededores.

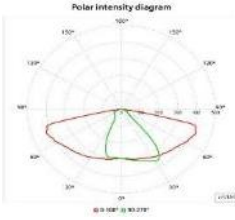
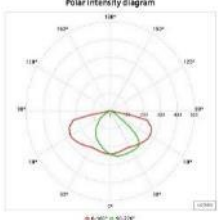
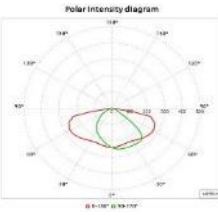
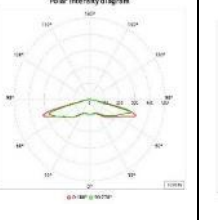
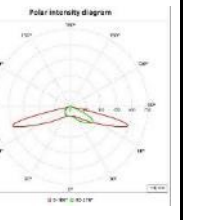
5.3.2. Propuesta número 2

Se evalúa la luminaria de marca **PHILIPS**, con las siguientes características:

HOMOLOGA PHILIPS			
POTENCIA (W)	LUMENES	EFICIENCIA	REFERENCIA
27	3960	147	BGP281 LED45-4S/740 I DN10 48/60S
36.5	5394	148	BGP292 LED64-4S/740 II DM11 CLO-DDF1 D18
67	10005	149	BGP282 LED120-4S/740 I DM11 48/60S
98	14960	153	BGP762 LED169-/740 I DS50 DGR 62
126	18920	150	BGP762 LED220-740 I DW50 DGR D9 62 S

Tabla 31. Características luminarias PHILIPS

112

ITEM	DESCRIPCIÓN	LUMINARIA PHILIPS				
		BGP281 LED45-4S/740 I DN10 48/60S	BGP292 LED64-4S/740 II DM11 CLO-DDF1 D18	BGP282 LED120-4S/740 I DM11 48/60S	BGP762 LED169-/740 I DS50 DGR 62	BGP762 LED220-740 I DW50 DGR D9 62 S
2.1	Vida Útil	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas
2.2	Curvas polares					
2.3	potencia de la luminaria W	27	36.5	67	98	126
2.4	Eficiencia Lm/W	147	148	149	153	150



ITEM	DESCRIPCIÓN	LUMINARIA PHILIPS				
		BGP281 LED45-4S/740 I DN10 48/60S	BGP292 LED64-4S/740 II DM11 CLO-DDF1 D18	BGP282 LED120-4S/740 I DM11 48/60S	BGP762 LED169-/740 I DS50 DGR 62	BGP762 LED220-740 I DW50 DGR D9 62 S
2.5	Flujo Luminoso	3960	5394	10005	14960	18920
2.6	Tensión de Alimentación	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240
2.7	Clase Eléctrica	Clase II	Clase I	Clase II	Clase I	Clase I
2.8	Temperatura de color ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K	4000K	4000K
2.9	Índice de reproducción cromática CRI >80	70	70	70	70	70
2.10	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP66 IK08	IP66 IK08	IP66 IK08	IP66 IK08	IP66 IK08
2.11	Certificaciones y homologación que normas cumple	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001

Tabla 32. Luminarias PHILIPS

113

Con base a las luminarias seleccionadas se procede a realizar los cálculos lumínicos mostrados a continuación:

Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento está dado por la tabla 3.3.1.9.c. cómo se expresa a continuación:

Clasificación de iluminación de la vía	Grado de contaminación	Factor de mantenimiento a utilizar en el diseño o cálculo de iluminación
M1	ALTO	0,86
M2	ALTO	0,86
M3	ALTO	0,86
M4	MEDIO	0,87
M5	BAJO	0,88
M6	BAJO	0,88

Tabla 33. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP

Dichos valores son los utilizados para la ejecución de todos los diseños de alumbrado público, “Para el cálculo de iluminación en proyectos nuevos de alumbrado público con tecnología LED se deben tomar los factores de mantenimiento de la Tabla 3.3.1.9. c. basados en la información de fLM, Tomando como base un factor de depreciación de flujo del 5 % a las 50.000 horas de vida y un factor de supervivencia de 1.” RETILAP 2024

• Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo al grado de contaminación del sitio donde esté instalado el equipo. Los valores del factor de depreciación según el RETILAP 2024, se pueden observar a continuación:

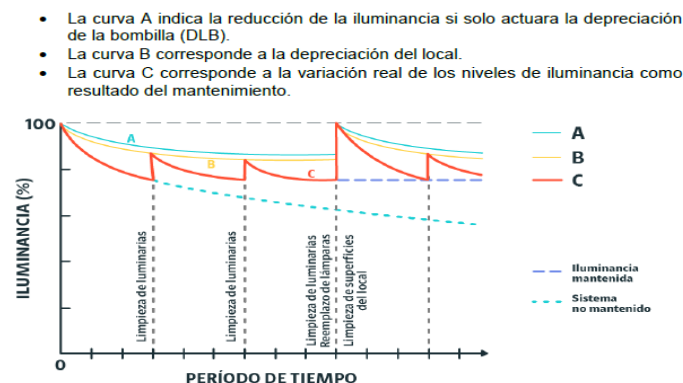
Clasificación IP del compartimento óptico	Contaminación del sitio	Periodo de limpieza en años				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 6X	ALTA	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83
	MEDIA	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	BAJA	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

114

Tabla 34.Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.b.

• Factor de depreciación luminosa de la fuente

El DLB, es un factor para estimar el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55 °C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.



Grafica 6.Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.



- **Diseño de vías vehiculares**

Una vez obtenidos los perfiles para cada una de las vías a diseñar y teniendo en cuenta los requisitos fotométricos mínimos exigidos en el RETILAP para cada clase de iluminación, se procede a simular cada uno de los perfiles tipo, con el objetivo de encontrar la máxima interdistancia. Estos valores serán los criterios de diseño para realizar la sustitución a luminarias LED en cada uno de los vanos que conforman las vías del Municipio.

- **Características del perfil**

PERFIL	TIPO VÍA	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m) [1]	RETROCESO (m) [1]	AVANZO DEL BRAZO (m) [1]	ÁNGULO ° [1]	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)[2]	RETROCESO (m) [2]	AVANZO DEL BRAZO (m) [2]	ÁNGULO ° [2]
1	M3	-2.3	4.7	2.4	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
2	M4	-0.6	3	2.4	0°	-0.6	3	2.4	0°
3	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
4	M4	-6.5	8	1.5	10°	-0.6	2.1	1.5	0°
5	M5	0.5	1	1.5	10°	0.5	1	1.5	10°
6	M3	-0.4	2.8	2.4	10°	-0.4	2.8	2.4	10°
7	M4	1.2	0.3	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
8	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
9	M5	0.7	0.3	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
10	M5	0.4	0.6	1	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
11	M3	1.4	1	2.4	0°	1.4	1	2.4	0°
12	M6	0.7	1.9	2.6	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
13	M3	-0.4	2.8	2.4	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
14	M6	0.6	1.8	2.4	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
15	M2	0.5	1	1.5	0°	0.3	0.7	1	0°
16	M5	3.6	-2.6	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
17	M5	1	0	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
18	M5	0.5	1	1.5	15°	N/A	N/A	N/A	N/A
19	M4	0	1	1	15°	N/A	N/A	N/A	N/A
20	M4	0.5	1	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
21	M4	1.2	0.3	1.5	15°	N/A	N/A	N/A	N/A
22	M4	2.3	0.1	2.4	0°	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 35.Características del perfil

- **Simulación de perfiles tipo resultantes**

PERFILES	TIPO VÍA	CALZADA 1					CALZADA 2					ANDEN 1		CICLORUTA 1		CICLORUTA 2		ANDEN 2		De	Dp
		Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin		
1	M3	1.08	0.55	0.87	14	0.77	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14.69	12.71	N/A	N/A	N/A	N/A	11.70	9.72	0.015	0.955
2	M4	0.78	0.56	0.71	12	0.67	0.77	0.55	0.71	12	0.70	7.44	5.17	N/A	N/A	N/A	N/A	6.58	4.41	0.015	0.653
3	M5	0.72	0.48	0.79	11	0.44	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.016	0.621



PERFILES	TIPO VÍA	CALZADA 1					CALZADA 2					ANDEN 1		CICLORUTA 1		CICLORUTA 2		ANDEN 2		De	Dp
		Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin		
4	M4	0.76	0.8	0.78	11	1.05	0.77	0.8	0.78	11	1.05	7.55	2.62	N/A	N/A	N/A	N/A	9.01	3.89	0.005	0.453
5	M5	0.60	0.47	0.73	11	0.71	0.64	0.52	0.73	10	0.59	6.90	3.65	N/A	N/A	N/A	N/A	5.84	3.09	0.013	0.482
6	M3	1.05	0.53	0.74	15	0.74	1.05	0.53	0.74	15	0.74	9.39	5.98	N/A	N/A	N/A	N/A	9.05	5.23	0.016	0.931
7	M4	0.75	0.6	0.84	8	0.59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.91	4.04	N/A	N/A	N/A	N/A	8.97	7.79	0.014	0.636
8	M5	0.58	0.56	0.65	11	0.72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.019	0.626
9	M5	0.91	0.54	0.89	9	0.54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.015	0.723
10	M5	0.70	0.56	0.77	10	0.50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.90	1.62	N/A	N/A	N/A	N/A	7.25	3.92	0.011	0.379
11	M3	1.10	0.58	0.76	8	0.73	1.11	0.59	0.76	8	0.71	12.43	9.31	N/A	N/A	N/A	N/A	12.10	9.20	0.013	0.926
12	M6	0.78	0.59	0.81	10	0.41	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.89	4.55	N/A	N/A	N/A	N/A	3.92	0.76	0.011	0.401
13	M3	1.25	0.56	0.68	15	0.86	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13.47	12.48	13.57	12.22	13.73	11.52	12.72	10.88	0.017	1.08
14	M6	0.84	0.61	0.82	9	0.74	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.38	0.89	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.014	0.538
15	M2	1.58	0.57	0.79	13	0.84	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20.93	17.01	20.37	16.13	N/A	N/A	15.96	13.46	0.004	0.305
16	M5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.38	1.14	9.06	2.17	N/A	N/A	6.78	3.43	0.011	0.339
17	M5	0.62	0.51	0.65	12	0.48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.15	1.86	N/A	N/A	N/A	N/A	5.64	4.08	0.012	0.404
18	M5	0.65	0.69	0.76	9	0.48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.027	0.94
19	M4	0.92	0.66	0.87	8	0.70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.89	4.55	N/A	N/A	N/A	N/A	11.5	9.64	0.015	0.793
20	M4	0.77	0.62	0.76	9	0.72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.019	0.838
21	M4	0.96	0.63	0.74	11	0.49	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.68	2.2	N/A	N/A	N/A	N/A	11.7	9.43	0.013	0.703
22	M4	0.76	0.44	0.79	11	0.22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.46	2.15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.011	0.460

Lm: Luminancia promedio; UO: Factor de uniformidad Horizontal; UL: Factor de Uniformidad Longitudinal; TI: Incremento de umbral, SR: Relación de alrededores.

5.3.3. Propuesta número 3

Se evalúa la luminaria de marca **SCHREDER**, con las siguientes características:

HOMOLOGA SCHREDER			
POTENCIA (W)	LUMENES	EFICACIA	REFERENCIA
24.3	4622	190	IZYLUM 3 5301-40 LEDs 200mA CW757 230V
35.4	6933	196	IZYLUM 3 5301- 60 LEDs 200mA CW757 230
61.5	10352	168	IZYLUM 3 5301- 40 LEDs 500mA CW757 230
90	15517	172	IZYLUM 3 5301-60 LEDs 500mA CW757 230V
128	20112	157	IZYLUM 3 5301-60 LEDs 700mA CW757 230V

Tabla 37. Características de las luminarias



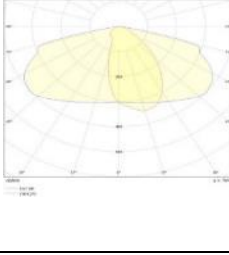
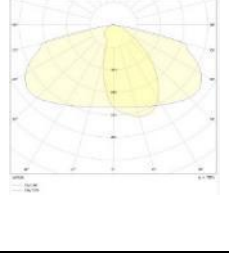
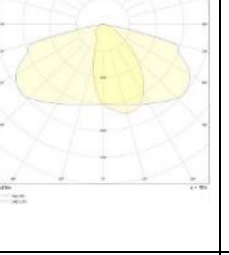
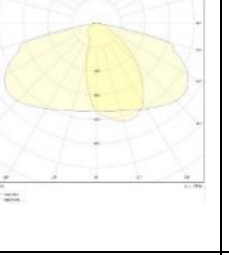
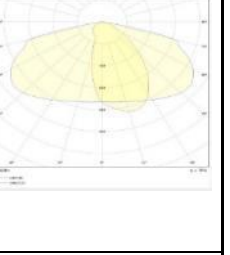
		LUMINARIAS SCHREDER				
ITEM	DESCRIPCIÓN	IZYLUM 3 5301-40 LEDs 200mA CW757 230V	IZYLUM 3 5301- 60 LEDs 200mA CW757 230	IZYLUM 3 5301- 40 LEDs 500mA CW757 230	IZYLUM 3 5301-60 LEDs 500mA CW757 230V	IZYLUM 3 5301-60 LEDs 700mA CW757 230V
2.1	Vida Util	100.000 horas - L95	100.000 horas - L95	100.000 horas - L95	100.000 horas - L95	100.000 horas - L95
2.2	Curvas polares					
2.3	potencia de la luminaria W	24.3	35.4	61.5	90	128
2.4	Eficiencia Lm/W	190	196	168	172	157
2.5	Flujo Luminoso	4622	6933	10352	15517	20112
2.6	Tensión de Alimentación	120-277	120-277	120-277	120-277	120-277
2.7	Clase Eléctrica	Clase I	Clase I	Clase I	Clase I	Clase I
2.8	Temperatura de color ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K	4000K	4000K
2.9	Indice de reproducción cromática CRI >80	70	70	70	70	70
2.10	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK08
2.11	Certificaciones y homologación que normas cumple	EN 60598-1, EN 60598-2-3, IEC TR 62778, EN 62262, LM 79-80 (todas las mediciones según ISO17025), LM 80 (todas las mediciones en laboratorio acreditado ISO17025)	EN 60598-1, EN 60598-2-3, IEC TR 62778, EN 62262, LM 79-80 (todas las mediciones según ISO17025), LM 80 (todas las mediciones en laboratorio acreditado ISO17025)	EN 60598-1, EN 60598-2-3, IEC TR 62778, EN 62262, LM 79-80 (todas las mediciones según ISO17025), LM 80 (todas las mediciones en laboratorio acreditado ISO17025)	EN 60598-1, EN 60598-2-3, IEC TR 62778, EN 62262, LM 79-80 (todas las mediciones según ISO17025), LM 80 (todas las mediciones en laboratorio acreditado ISO17025)	EN 60598-1, EN 60598-2-3, IEC TR 62778, EN 62262, LM 79-80 (todas las mediciones según ISO17025), LM 80 (todas las mediciones en laboratorio acreditado ISO17025)

Tabla 38. Luminaria SCHREDER

Con base a las luminarias seleccionada se procede a realizar los cálculos lumínicos mostrados a continuación:

- **Factor de mantenimiento**

El factor de mantenimiento está dado por la tabla 3.3.1.9.c. como se expresa a continuación:

Clasificación de iluminación de la vía	Grado de contaminación	Factor de mantenimiento a utilizar en el diseño o cálculo de iluminación
M1	ALTO	0,86
M2	ALTO	0,86
M3	ALTO	0,86
M4	MEDIO	0,87
M5	BAJO	0,88
M6	BAJO	0,88

Tabla 39. Factores de mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.c.

Dichos valores son los utilizados para la ejecución de todos los diseños de alumbrado público, *“Para el cálculo de iluminación en proyectos nuevos de alumbrado público con tecnología LED se deben tomar los factores de mantenimiento de la Tabla 3.3.1.9. c. basados en la información de fLM, Tomando como base un factor de depreciación de flujo del 5 % a las 50.000 horas de vida y un factor de supervivencia de 1.”* RETILAP 2024

- **Depreciación de la luminaria por ensuciamiento**

118

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo al grado de contaminación del sitio donde esté instalado el equipo. Los valores del factor de depreciación según el RETILAP 2024, se pueden observar a continuación:

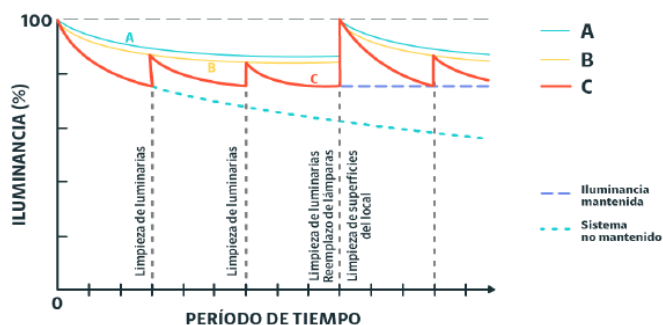
Clasificación IP del compartimento óptico	Contaminación del sitio	Periodo de limpieza en años				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 6X	ALTA	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83
	MEDIA	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	BAJA	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Tabla 40. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Tabla 3.3.1.9.b.

- **Factor de depreciación luminosa de la fuente**

El DLB, es un factor para estimar el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55°C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.

- La curva A indica la reducción de la iluminancia si solo actuara la depreciación de la bombilla (DLB).
- La curva B corresponde a la depreciación del local.
- La curva C corresponde a la variación real de los niveles de iluminancia como resultado del mantenimiento.



Grafica 7. Curva depreciación luminosa de la fuente. RETILAP. Figura 3.2.1.10.a.

• Diseño de vías vehiculares

Una vez obtenidos los perfiles para cada una de las vías a diseñar y teniendo en cuenta los requisitos fotométricos mínimos exigidos en el RETILAP para cada clase de iluminación, se procede a simular cada uno de los perfiles tipo, con el objetivo de encontrar la máxima interdistancia. Estos valores serán los criterios de diseño para realizar la sustitución a luminarias LED en cada uno de los vanos que conforman las vías del Municipio.

119

• Características del perfil:

PERFIL	TIPO VÍA	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m) [1]	RETROCESO (m) [1]	AVANCE DEL BRAZO (m) [1]	ÁNGULO ° [1]	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m) [2]	RETROCESO (m) [2]	AVANCE DEL BRAZO (m) [2]	ÁNGULO ° [2]
1	M3	-2.3	4.7	2.4	15°	N/A	N/A	N/A	N/A
2	M4	-0.6	3	2.4	5°	-0.6	3	2.4	5°
3	M5	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
4	M4	-6.5	8	1.5	15°	-0.6	2.1	1.5	10°
5	M5	0.5	1	1.5	10°	0.5	1	1.5	10°
6	M3	-0.4	2.8	2.5	15°	-0.4	2.8	2.5	15°
7	M4	1.2	0.3	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
8	M5	0.5	1	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
9	M5	0.7	0.3	1	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
10	M5	0.4	0.6	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
11	M3	1.4	1	1.4	5°	1.4	1	1.4	5°
12	M6	0.7	1.9	2.6	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
13	M3	-0.4	2.8	2.4	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
14	M6	-0.3	1.8	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A
15	M2	0.5	1	1.5	10°	0.3	0.7	1	0°
16	M5	3.6	1.1	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
17	M5	1	0	1	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
18	M5	0.5	1	1.5	10°	N/A	N/A	N/A	N/A
19	M4	0.5	1	1.5	5°	N/A	N/A	N/A	N/A



PERFIL	TIPO VÍA	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m) [1]	RETROCESO (m) [1]	AVANCE DEL BRAZO (m) [1]	ÁNGULO ° [1]	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)[2]	RETROCESO (m) [2]	AVANCE DEL BRAZO (m) [2]	ÁNGULO ° [2]
20	M4	0.5	1	1.5	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
21	M4	2.1	0.3	2.4	0°	N/A	N/A	N/A	N/A
22	M4	0.9	0.1	1	15°	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 41. Características del perfil

• Simulaciones de perfiles tipo resultantes

PERFILES	TIPO VÍA	CALZADA 1					CALZADA 2					ANDEN 1		CICLORUTA 1		CICLORUTA 2		ANDEN 2		De	Dp
		Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Lm	Uo	Ui	Ti	Rei	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin	Em	Emin		
1	M3	1.51	0.47	0.81	12	0.46	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14.18	2.22	N/A	N/A	N/A	N/A	9.73	4.33	0.012	0.970
2	M4	1.15	0.48	0.70	14	0.44	1.13	0.46	0.71	15	0.47	6.77	2.95	N/A	N/A	N/A	N/A	5.73	2.10	0.011	0.633
3	M5	0.81	0.4	0.79	11	0.35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.012	0.559
4	M4	1.03	0.77	0.74	12	1.08	1.04	0.76	0.74	13	1.08	5.00	1.04	N/A	N/A	N/A	N/A	7.84	2.03	0.004	0.440
5	M5	0.63	0.54	0.66	10	0.54	0.67	0.58	0.66	10	0.42	7.37	4.63	N/A	N/A	N/A	N/A	5.41	3.33	0.01	0.434
6	M3	1.34	0.67	0.71	10	0.56	1.34	0.67	0.71	10	0.56	10.70	4.46	N/A	N/A	N/A	N/A	10.09	3.65	0.011	0.855
7	M4	0.92	0.45	0.83	7	0.21	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.56	2.13	N/A	N/A	N/A	N/A	7.22	4.20	0.011	0.583
8	M5	0.88	0.51	0.58	12	0.46	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.012	0.607
9	M5	0.96	0.63	0.81	9	0.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.012	0.651
10	M5	0.91	0.39	0.76	12	0.35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.40	1.02	N/A	N/A	N/A	N/A	4.17	1.75	0.009	0.341
11	M3	1.16	0.52	0.74	10	0.53	1.18	0.51	0.74	10	0.49	11.50	7.45	N/A	N/A	N/A	N/A	10.78	6.99	0.012	0.850
12	M6	0.95	0.42	0.80	11	0.32	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.72	1.93	N/A	N/A	N/A	N/A	4.12	0.53	0.009	0.361
13	M3	1.32	0.52	0.84	9	0.43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.14	2.45	13.31	5.02	10.07	6.12	7.39	3.95	0.011	0.772
14	M6	0.92	0.43	0.85	12	0.40	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.73	0.67	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.010	0.484
15	M2	1.76	0.66	0.83	8	0.57	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14.65	5.82	15.99	6.35	N/A	N/A	19.44	12.33	0.002	0.203
16	M5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.48	0.47	15.98	3.71	N/A	N/A	6.27	2.09	0.009	0.328
17	M5	0.90	0.3	0.64	13	0.24	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.56	1.23	N/A	N/A	N/A	N/A	4.06	2.28	0.009	0.392
18	M5	0.70	0.48	0.70	10	0.31	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.021	0.85
19	M4	0.95	0.57	0.83	8	0.28	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.20	1.2	N/A	N/A	N/A	N/A	7.3	3.58	0.009	0.419
20	M4	1.13	0.46	0.72	10	0.42	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.013	0.769
21	M4	0.95	0.35	0.70	11	0.14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.14	2.67	N/A	N/A	N/A	N/A	2.36	0.53	0.009	0.372
22	M4	0.80	0.41	0.78	9	0.30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.46	0.79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.010	0.446

Tabla 42. Simulación de perfiles resultantes

5.4. Selección de referencia propuesta para el proyecto

En el documento [anexo F](#), se describen los resultados por perfil y proveedor y criterios de cada parámetro según RETILAP. Teniendo en cuenta el anexo en mención se analizan los resultados:

Perfil 1:

La calzada y los andenes funcionan completamente para la referencia Philips, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.

Perfil 2:

Las calzadas y los andenes funcionan completamente para la referencia Schreder, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.



Perfil 3:

La calzada funciona completamente para todas las referencias de fabricantes, pero el que tiene mejor nivel de iluminación es la referencia Schreder, seguido Philips y por último Roy Alpha.

Perfil 4:

Las calzadas funcionan completamente para las tres referencias, al hablar de los andenes el motivo del "No Cumple" es por exceso, lo cual está permitido dentro de ciertos márgenes según la norma. Sin embargo, la referencia Schreder tiene un mejor nivel de iluminación y en los demás parámetros exigidos por la norma RETILAP.

Perfil 5:

Las calzadas y los andenes funcionan completamente con las tres referencias.

Perfil 6:

Las calzadas y los andenes funcionan completamente con las referencias Schreder y Roy Alpha, pero el mejor nivel de iluminación es la referencia Roy Alpha.

Perfil 7:

La calzada funciona completamente para la referencia Schreder, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.

Perfil 8:

La calzada funciona completamente para la para todas las referencias de fabricantes, pero el que tiene mejor nivel de iluminación y mejor nivel en el indicador de potencia es la referencia Schreder, seguido Roy Alpha y por último Philips.

Perfil 9:

La calzada funciona completamente para todas las referencias de fabricantes, pero el que tiene mejor nivel de iluminación es la referencia Schreder, seguido Philips y por último Roy Alpha.

Perfil 10:

La calzada y los andenes funciona completamente para las referencias de Roy Alpha y Philips, pero el que tiene mejor nivel de iluminación es la referencia Philips, el otro fabricante no cumple con los niveles exigidos por RETILAP.

Perfil 11:

Las calzadas y los andenes funcionan completamente para la para todas las referencias de fabricantes, pero el que tiene mejor nivel de iluminación es la referencia Roy Alpha, seguido Schreder y por último Philips.

Perfil 12:

Las referencias Philips y Roy Alpha son adecuadas, ya que, aunque los andenes no cumplen con los niveles de iluminación establecidos, el motivo del "No Cumple" es por exceso, lo cual está permitido dentro de ciertos márgenes según la norma. En cambio, la referencia faltante no cumple con los requisitos establecidos. En cuanto a los andenes, Roy Alpha tiene un mejor nivel



de iluminación, ya que, aunque también supera el límite permitido, el exceso es menos pronunciado en comparación con Philips, lo que lo hace más adecuado.

Perfil 13:

La calzada, los andenes y la cicloruta funciona completamente para las referencias de Philips, aunque tenga no cumplimiento el indicador de potencia la referencia Philips cumple con la mayoría de parámetros exigidos por RETILAP.

Perfil 14:

La calzada y el andén funcionan completamente para las referencias de Philips y Roy Alpha, sin embargo, la referencia Philips tiene mejor nivel de iluminación y mejor nivel en el indicador de densidad de potencia según los parámetros exigidos por RETILAP.

Perfil 15:

La calzada y los andenes funcionan completamente para la referencia Roy Alpha, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.

Perfil 16:

Las referencias Philips y Roy Alpha son adecuadas, ya que, aunque la cicloruta no cumplan con los niveles de iluminación establecidos, el motivo del "No Cumple" es por exceso, lo cual está permitido dentro de ciertos márgenes según la norma. En cambio, la referencia faltante no cumple con varios requisitos establecidos. Sin embargo, Roy Alpha tiene el valor del indicador de densidad de potencia más cercano al valor establecido por la norma RETILAP.

122

Perfil 17:

La calzada y los andenes funcionan completamente para las referencias de Philips y Roy Alpha, sin embargo, Roy Alpha cuenta con mejores niveles de iluminación y mejor nivel en el indicador de densidad de potencia.

Perfil 18:

La calzada y los andenes funcionan completamente para las tres referencias, sin embargo, Roy Alpha si cumple con el índice de consumo anual de energía según los parámetros de RETILAP.

Perfil 19:

La calzada y los andenes funciona completamente para las referencias de Roy Alpha y Schreder, pero el que tiene mejor nivel de iluminación es la referencia Schreder, el otro fabricante no cumple con los niveles exigidos por RETILAP.

Perfil 20:

La calzada funciona completamente para la para todas las referencias de fabricantes, pero el que tiene mejor nivel de iluminación y del indicador de densidad de potencia es la referencia Schreder, seguido Roy Alpha y por último Philips.

Perfil 21:

La calzada y los andenes funcionan completamente para la referencia Roy Alpha, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.

**Perfil 22:**

La calzada y los andenes funcionan completamente para la referencia Philips, los otros dos fabricantes no cumplen con los niveles exigidos por RETILAP.

En base a los análisis realizados, se ha seleccionado la referencia **ROYALPHA** como la propuesta más adecuada para el proceso de diseño, dado que cumple con la mayoría de los parámetros técnicos establecidos para cada tipo de vía en el municipio. Un estudio detallado de los perfiles lumínicos demuestra que las luminarias **ROYALPHA** cumplen con los requisitos en 9 de los 22 perfiles estudiados, lo que representa un 40.9% de cumplimiento. En comparación, Philips alcanza un cumplimiento del 22.7% (5 de 22), mientras que Schreder logra un 36.4% (8 de 22).

Este nivel de cumplimiento por parte de **ROYALPHA** es significativo, ya que no solo se ajusta a los estándares requeridos, sino que también promueve la homogeneidad en el parque lumínico del municipio. Esta homogeneidad facilita tanto la planificación e instalación de luminarias en las diferentes zonas del municipio, como la gestión y ejecución de los planes de mantenimiento futuros. Además, se destaca que la inversión asociada a la selección de **ROYALPHA** es menor en comparación con otros proveedores que cumplen con un mayor número de perfiles, lo que representa una opción más eficiente desde el punto de vista económico.

Por lo tanto, se propone que las luminarias **ROYALPHA** sean el fabricante de referencia para el estudio técnico del municipio, conforme a las especificaciones detalladas en las fichas técnicas que se encuentran en el **Anexo D**.

123

Luego de evaluar los perfiles lumínicos del municipio y seleccionar las luminarias del fabricante Roy Alpha, se procede evaluar zonas críticas del Municipios, las rotondas citadas a continuación:

- Rotonda Norte Paipa
- Rotonda Sur paipa

Cuyos resultados se muestran a continuación:

NOMBRE DE ZONA CRITICA	CLASE	FABRICANTE	RESULTADOS LUMINICOS						
			ZONA CRITICA: GLORIETA				CARACTERISTICAS REFLECTORES		
			PARAMETRO	DIALUX	RETILAP	OBSERVACIONES	POTENCI A (W)	LUMENES (LM)	EFICIENCIA (LM/W)
ROTONDA NORTE PAIPA	C0	ROYALPHA	Emed (lx)	51.2	>=0.5	CUMPLE	400	44100	110
			Uo	0.43	>=0.4	CUMPLE			
ROTONDA SUR PAIPA	C0	ROYALPHA	Emed (lx)	54.2	>=0.5	CUMPLE	400	44100	110
			Uo	0.44	>=0.4	CUMPLE			

Tabla 43.Resultados lumínicos

En el **Anexo E**, se encuentran los informes con los resultados de simulación para cada uno de los perfiles tipo en el Municipio.

Con la selección de las luminarias marca **ROYALPHA** y el uso de los perfiles presentados, se logra cubrir cada uno de los aspectos importantes para el desarrollo del sistema de alumbrado público del municipio de Paipa, como lo son las expansiones y modernizaciones. Dentro de estos

aspectos se resalta la importancia de trabajar en las zonas de alta inseguridad y con ello lograr mejorar su iluminación. Al hablar de las expansiones se hace referencia a aquellos puntos del municipio que no cuentan con alumbrado público y se tiene como objetivo iluminar; entre ellos se pueden mencionar, la vía Tanguavita Centro Minero, Vía La Esperanza, Vía Palermo-Medios, Vía Pradera-Medios, Vía Bonza-Piedra Gorda, Vía Rio Arriba Vía, Vía la playa-Quebrada Honda, Vía Tunal, Vía Mirabal, Vía del Carbon, Vía ITP Caños, Vía Parte Tracera Lago Sochagota, Vía llano grande, Vía Duitama-Paipa, Vía Tunja-Paipa, Av. Los libertadores, Vía- Bulevar Calle 25. Al momento de intervenir dichas vías, se debe realizar las debidas evaluaciones y requerimientos de las concesiones pertenecientes a la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI e Instituto Nacional de Vías-INVIAS para su debida aprobación y puesta en marcha.

Entre los aspectos destacados se menciona también la modernización, es el primer aspecto al cambio de la iluminación en tecnología Sodio a tecnología LED, la cual cuenta con mayor eficiencia y menor consumo de energía, logrando ahorros de energía significativos en el municipio de Paipa. Esos aspectos se ejecutarán tanto en zonas exclusivas, siendo los lugares de mayor concentración de personas por ejemplo parques y canchas del territorio; como en vías vehiculares.

Teniendo claro cada uno de los aspectos mencionados, a continuación, se mostrará el consolidado del proyecto de alumbrado público para el municipio de Paipa.

5.4.1. Consolidado diseño de vías y zonas exclusivas: expansiones

124

En el proyecto de expansión en vías vehiculares y zonas exclusivas ubicadas en el municipio de Paipa, se contará con la instalación de 2.179 luminarias LED, divididas en las siguientes potencias:

CONSOLIDADO DISEÑO EN VÍAS Y ZONAS EXCLUSIVAS - EXPANSIONES			
TIPO	TECNOLOGIA	POTENCIA [W]	CANTIDAD (UND)
LUMINARIAS	LED	3720-4630lm	277
		5170-6940lm	1.080
		9650-10360lm	665
		14700-15520lm	50
	SUBTOTAL		2.072
REFLECTORES	LED	41000-123000lm	107
	SUBTOTAL		107
TOTAL			2.179

Tabla 44.Consolidado diseño en vías y zonas exclusivas: expansiones

Una vez realizados los perfiles lumínicos para el municipio de Paipa, se inicia el proceso de validación de las luminarias a instalar en la etapa expansión que complementaria el parque lumínico existente en tecnología LED.

Es de reconocer que el total de luminarias diseñadas y validadas que cumplirían con los diseños propuestos de iluminación debe ser de 100%, a excepción de los sitios que podrían ser considerados excepciones de diseños bajos las siguientes condiciones:



- **Infraestructura:** Salidas de parqueaderos, bombas de gasolina, entradas de fincas y/o casas donde es imposible mantener la Interdistancia de diseño.
- **Vegetación:** En algunas situaciones existen árboles que por su densidad generan gran cantidad de sombras.

Nota: Para un cumplimiento óptimo de los perfiles viales se recomienda que la infraestructura se adecue de acuerdo con las características de los perfiles tipo. Los materiales que se deben contemplar en la realización de las expansiones son los siguientes:

POSTERIA	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Poste metálico 4 metros	15
Poste metálico 6 metros	11
Poste de Fibra Translucido 8mt (Und)	44
Poste de Fibra Translucido 10mt (Und)	268
Poste Fibra 8 metros	697
Poste Fibra 10 metros	209
Poste Fibra 12 metros	62
Poste Fibra 14 metros	8
Mástil de 16mt (Und) + base para reflectores	9
SUBTOTAL POSTERIA	1323
REDES	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (m)
Red aérea en cable 2x4+4 AWG (500m)	20.35
Red aérea en cable 2x2+2 AWG (500m)	11.70
Red aérea en cable 2x1/0+1/0 AWG (500m)	53.62
Red subterránea en cable No 2 AWG Al (500m)	6.96
Red subterránea en cable No 4 AWG Al (500m)	0.74
Red en cable encauchetado 3x14 AWG Cu (500m)	2.98
SUBTOTAL REDES	96.36
CANALIZACIONES	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Canalización con un ducto 1" PVC	428
SUBTOTAL CANALIZACIONES	428
CAJAS O REGISTROS	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Caja para redes subterráneas tipo alumbrado público	20
SUBTOTAL CAJAS	20
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
SPT	430
SUBTOTAL PUESTAS A TIERRA	430



FOTOCONTROLES	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Fotoceldas 1000W	2072
SUBTOTAL FOTOCONTROLES	2072
BRAZOS	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Brazo metálico galvanizado 1 1/2", Angulo 52°/0°, 1.5 metros, para soporte con collarín.	2072
SUBTOTAL BRAZOS	2072
TABLERO DE CONTROL	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Tablero Control de Iluminación	21
SUBTOTAL TABLEROS	21
TRANSFORMADORES	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Und)
Transformador Monofásico 13200/480/240V 5kVA	10
Transformador Monofásico 13200/480/240V 10KVA	4
Transformador Monofásico 13200/480/240V 15KVA	3
Transformador Monofásico 13200/480/240V 25KVA	3
SUBTOTAL TRANSFORMADORES	20

Tabla 45. Materiales contemplados proyectos de expansión

5.4.2. Consolidado diseño de vías y zonas exclusivas: modernización

126

El proyecto de modernización en vías vehiculares y zonas exclusivas ubicadas en el municipio contará con la modernización de 5.393 luminarias de otras tecnologías a LED, divididas en las siguientes potencias:

CONSOLIDADO DISEÑO EN VÍAS Y ZONAS EXCLUSIVAS - MODERNIZACIÓN			
TIPO	TECNOLOGIA	POTENCIA [W]	CANTIDAD (UND)
LUMINARIAS	LED	3720-4630lm	2.414
		5170-6940lm	2.109
		9650-10360lm	358
		14700-15520lm	102
		18050-20115lm	59
	SUBTOTAL		5.042
REFLECTORES	LED	13800-18900lm	175
	LED	24000-38400lm	145
	LED	41000-123000lm	31
	SUBTOTAL		351
TOTAL			5.393

Tabla 46. Consolidado diseño en vías y zonas exclusivas: modernización

El proyecto de modernización en el área urbana y rural del municipio se instalarán 5.393 luminarias LED con su respectivo consumo, divididas en las siguientes potencias:

POTENCIA PROPUESTA EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA- MODERNIZACIÓN				
TIPO	POTENCIA [W]	PERDIDAS [W]	CANTIDAD (UND)	POTENCIA INSTALADA (kW)
LUMINARIAS	27	2.7	2414	71.6958
	35	3.5	2109	81.1965
	70	7	358	27.566
	103	10.3	102	11.5566
	128	12.8	59	8.3072
	TOTAL	36.3	5042	200.32
REFLECTORES	103	1.03	175	18.205
	200	2	145	29.29
	400	4	31	12.524
	TOTAL	7.03	351	60.0
TOTAL			5393	260.34

Tabla 47.Potencia propuesta en el área urbana y rural del municipio. modernización

A partir de la información reportada anteriormente, se obtiene una potencia total igual a 260.34 Kw, correspondientes al proyecto de modernización del municipio.

Por su parte, el proyecto de expansión en el área urbana y rural del municipio se instalarán 4.363 luminarias LED con su respectivo consumo, divididas en las siguientes potencias:

127

POTENCIA PROPUESTA EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA- EXPANSIONES				
TIPO	POTENCIA [W]	PERDIDAS [W]	CANTIDAD (UND)	POTENCIA INSTALADA (kW)
LUMINARIAS	27	2.7	277	8.2269
	35	3.5	1080	41.58
	70	7	665	51.205
	103	10.3	50	5.665
	TOTAL	23.5	2072	106.7
REFLECTORES	400	40	107	47.08
	TOTAL	40	107	47.08
TOTAL			2179	153.8

Tabla 48.Potencia propuesta en el área urbana y rural del municipio: expansión

Con respecto a la información sobre proyectos de expansión propuestos, se obtiene una potencia total igual a 153.8 kW.

5.5. Análisis de eficiencia energética con tecnología LED

5.5.1. Definición, principios básicos y ventajas

En la actualidad son cada vez mejores los avances tecnológicos que se vienen trabajando en el mundo para conseguir sistemas de iluminación óptimos y amigables con el medio ambiente,



enfocado en la eficiencia energética, la cual se logra con la inclusión de tecnologías de luminarias que ofrecen iguales o mejores condiciones lumínicas que las tecnologías convencionales, con menos consumo de energía eléctrica.

En la mayoría de los casos la sustitución de luminarias convencionales por luminarias LED ofrece muchos beneficios, entre las que se destacan la reducción del consumo de energía eléctrica hasta un 60%, la disminución de emisiones de Dióxido de Carbono y la disminución del mantenimiento de las luminarias gracias a que su vida útil es superior a la de las luminarias convencionales. Todos los beneficios anteriores vienen acompañados de características técnicas y eléctricas que ofrece la tecnología LED, tales como mejor reproducción de color, sensación de confort, mayor rango de operación de voltajes.

LED "Lighting Emitting Diode" (Diodo Emisor de Luz) se compone esencialmente de distintas capas de conexiones de semiconductores. El constante desarrollo y la eficiencia de LED nos permite con menor energía eléctrica brindar mayor y mejor calidad de iluminación, produciendo más luz por watt a menor costo energético. La luz emitida por los LEDs es muy próxima a la luz natural, permitiendo que todos los colores se reproduzcan perfectamente, permitiendo mantener la naturalidad de los colores de los objetos a iluminar.

Las luces LEDs no gastan energía en forma de calor que no produce luz. En comparación, una luminaria incandescente emite en la banda del infrarrojo (no visible) una gran porción de la energía que produce que, como resultado tanto las incandescentes como las fluorescentes producen una gran cantidad de calor considerado un desperdicio de energía. (Assessment) ((TNA), s.f.).

128

A continuación, se enuncian los principales beneficios de un Sistema de Alumbrado Público con utilización de tecnología LED:

- ✓ Mejora la experiencia de visión nocturna.
- ✓ Son amigables con el medio ambiente y la eficiencia energética.
- ✓ Hace que las ciudades sean más seguras, amigables y atractivas.
- ✓ Su consumo eléctrico y mantenimiento es medible y controlable.
- ✓ Reduce los costos de mantenimiento y de energía hasta en un 60%.
- ✓ Su luz blanca no genera deslumbramientos.

- ✓ No contiene Mercurio y reduce el impacto ambiental.
- ✓ Los materiales pueden ser reciclados.
- ✓ Su tecnología electrónica permite interactuar con otros sistemas públicos como Video



vigilancia, Datainfo, Conectividad, etc.

- ✓ Son infraestructura base para crear Ciudades Inteligentes (Smart cities). (Corpoema, 2019)

Para reducir el consumo energético y conseguir que el sistema de iluminación sea eficiente debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Luminarias o bombillas eficientes que aportarán un mayor flujo luminoso a menor consumo.
- ✓ Equipos electrónicos y regulables.
- ✓ Ópticas para maximizar el efecto lumínico.
- ✓ Mecanismos de Tele gestión que nos permitan tener una iluminación medible, administrable y regulable.
- ✓ Realizar la instalación en base a cálculos previos del diseño de iluminación.
- ✓ Realizar un mantenimiento adecuado de las luminarias y equipos.
- ✓ Controles de iluminación natural.

5.5.2. Análisis del consumo sobre el censo de luminarias

Teniendo en cuenta que la principal ventaja de la sustitución de luminarias a tecnología LED es la reducción del consumo energético y con el objetivo de dimensionar tal disminución, se hace necesario calcular y analizar el consumo de las luminarias instaladas actualmente en el parque lumínico del municipio.

129

A continuación, se presenta la potencia instalada por luminarias existentes en el área del Municipio:

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA								
TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	PÉRDIDAS [W]	CANTIDAD	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA [kW]	POTENCIA INSTALADA [kW]	CONSUMO [kWhm]	CONSUMO [kWhm]
LED	5	0.50	1	616	0.01	53.18	1.98	19,143.04
	20	2.00	8		0.18		63.36	
	30	3.00	14		0.46		166.32	
	36	3.60	2		0.08		28.51	
	40	4.00	38		1.67		601.92	
	42	4.20	14		0.65		232.85	
	50	5.00	184		10.12		3,643.20	
	56	5.60	4		0.25		88.70	
	60	6.00	24		1.58		570.24	
	66	6.60	17		1.23		444.31	
	90	9.00	1		0.10		35.64	
	100	10.00	279		30.69		11,048.40	
	120	12.00	5		0.66		237.60	



	150	15.00	9		1.49		534.60	
	200	20.00	13		2.86		1,029.60	
	250	25.00	1		0.28		99.00	
	400	40.00	2		0.88		316.80	
MERCURIO	125	12.50	31	35	4.26	5.78	1,534.50	2,079.00
	175	17.50	1		0.19		69.30	
	400	40.00	3		1.32		475.20	
FLUORESCENTE	20	2.00	24	28	0.53	0.70	190.08	253.44
	40	4.00	4		0.18		63.36	
SODIO	70	7.00	3.922	4.882	301.99	514.90	108,717.84	185,363.64
	150	15.00	466		76.89		27,680.40	
	250	25.00	493		135.58		48,807.00	
	400	40.00	1		0.44		158.40	
SOLAR	40	4.00	36	36	1.58	1.58	570.24	570.24
Total general			5.597	5.597	576.14	576.14	207,409.36	207,409.36

Tabla 49. Potencia instalada en el municipio

5.5.3. Propuesta de eficiencia energética

La propuesta energética presentada en el presente documento, contempla la sustitución de las lámparas existentes por luminarias en tecnología LED, lo cual se realiza teniendo en cuenta las normas técnicas para la iluminación del Alumbrado Público que ha dispuesto el Ministerio de Minas y Energía, a través del Reglamento Técnico de Alumbrado Público –RETILAP. Después de realizar y presentar el diseño lumínico de todas las vías del Municipio y de sus zonas exclusivas, en el capítulo 5 del presente documento, es necesario cuantificar y analizar los beneficios que representa esta propuesta, para ello, se presentan las cantidades y consumo de energía para la implementación de la propuesta para sustitución de luminarias.

130

El proyecto se llevará a cabo de manera escalonada, estructurado en diversas etapas. En la Etapa 1, se dará prioridad a la modernización de la infraestructura existente y a las expansiones requeridas en las zonas exclusivas y las vías (expansión de la vía-bulevar de la calle 25). Esta planificación ha sido determinada en función de las condiciones financieras descritas en el capítulo de flujo financiero, las cuales guían la asignación de recursos según las prioridades y las capacidades de inversión disponibles en el municipio.

El enfoque por etapas asegura una gestión controlada del proyecto, permitiendo que se prioricen las áreas con mayor necesidad de intervención. Al mismo tiempo, optimiza el uso de los recursos a lo largo de las diferentes fases de ejecución, garantizando una implementación eficiente y conforme a las capacidades financieras.

A continuación, se presenta el cuadro relacionado a cantidades y consumo para la etapa 1:

POTENCIA PROPUESTA EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA- ETAPA 1				
TIPO	POTENCIA [W]	PERDIDAS [W]	CANTIDAD (UND)	POTENCIA INSTALADA (kW)
LUMINARIAS	27	2.7	2.726	80.9622
	35	3.5	2.487	95.7495



	70	7	381	29.337
	103	10.3	102	11.5566
	128	12.8	59	8.3072
	TOTAL	36.3	5.755	225.91
REFLECTORES	103	1.03	290	30.1687
	200	2	145	29.29
	400	4	138	55.752
	TOTAL	7.03	573	115.2
TOTAL			6.328	341.12

Tabla 50. Potencia instalada en el municipio. Etapa 1

A partir de la información reportada anteriormente, se obtiene una potencia total igual a 341.12 Kw, correspondientes al proyecto de modernización del municipio.

5.5.4. Análisis técnico de la propuesta de eficiencia energética

Dentro de las ventajas de la tecnología LED aplicada en la iluminación de Alumbrado Público, se pueden destacar, en primer lugar, la reducción significativa en el consumo de energía, lo cual se fundamenta en que este tipo de luminarias se caracterizan por tener una muy buena eficacia luminosa. En segundo lugar, podemos destacar la disminución en la emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente. En la presente sección, se presentará el análisis correspondiente al consumo energético de la propuesta energética.

131

El ahorro energético que representa la propuesta de eficiencia energética se realiza comparando su consumo con el de las luminarias existentes mediante la siguiente expresión:

CALCULO PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGIA

$$\left(1 - \frac{\text{Potencia Nueva Instalada}}{\text{Potencia Inicial Antigua}}\right) * 100$$

A continuación, se muestra el consumo del municipio y la eficiencia energética de las luminarias existentes:

CONSUMO MUNICIPIO PAIPA	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	576.14
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-AÑO)	2,488,912.3
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	352.65
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-AÑO)	1,523,453.2
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	38.79%

Tabla 51. Consumo del municipio y eficiencia energética



A partir de la información anterior, se estima que el porcentaje de ahorro de energía sería de 38,79% para los proyectos propuestos en el parque lumínico del municipio.

5.5.5. Análisis de disminución de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente

La disminución de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente que representa la propuesta de eficiencia energética, se calcula teniendo en cuenta la potencia consumida por las luminarias existentes mediante con la siguiente expresión:

$$\text{Calculo Impacto Ambiental} = \frac{(\text{Potencia Inicial Antigua} - \text{Potencia Instalada Nueva}) * 391 * 12 * 365}{1000000}$$

Donde

Constante FE= 0.391 tonCO₂eq/MWh

No. de meses del año = 12

No. de días del año = 365

A continuación, se muestra el consumo del Municipio y el cálculo de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente:

CONSUMO MUNICIPIO PAIPA	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	576.14
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-AÑO)	2,488,912.3
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	352.65
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-AÑO)	1,523,453.2
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	38.79%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	0.38
CALCULO EMISIONES GEI LUMINARIAS EXISTENTE (TONCO ₂ -eq/AÑO)	0.97
CALCULO EMISIONES GEI PROPUESTA ENERGETICA (TONCO ₂ -eq/AÑO)	0.60
DIFERENCIA EMISIONES GEI (TONCO ₂ -eq/AÑO)	0.38

Tabla 52. Consumo del Municipio y cálculo de impacto ambiental

Las luminarias de Sodio producen una huella de carbono y eso contribuye en contaminación del medio ambiente. Dicha emisión se debe a componentes internos de las luminarias de Sodio, por lo tanto, la suma de todas estas potencias o luminarias en uso producen toneladas de CO₂ (Dióxido de Carbono). Las luminarias LED de nueva tecnología reducen este impacto ambiental, mediante la disminución de niveles de Dióxido de Carbono y otros



gases nocivos. Por tanto, el factor impacto ambiental representa la cantidad de toneladas de CO₂ que se reducen al implementar la tecnología LED.

5.5.6. Impacto medioambiental

La modernización del parque lumínico con tecnología LED impacta de forma positiva a la conservación y cuidado del medioambiente, gracias a todas las ventajas técnicas que posee dicha tecnología, frente a las existentes actualmente (sodio, mercurio, etc.). Dicho impacto ambiental derivados de una excelente iluminación pública utilizando la tecnología LED, se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- **Disminución de residuos peligrosos derivados de los componentes de la luminaria:**

La tecnología LED no emplea mercurio, plomo, metales pesados u otros materiales contaminantes que requieran de disposición final especial al final de la vida útil de la luminaria.

Adicionalmente, la tecnología LED cuenta con una vida útil superior a las luminarias de sodio de alta presión convencionales, aumentando el tiempo de uso en aproximadamente 5 años (100.000 horas en comparación con las 30.000 horas de las luminarias de sodio), reduciendo la cantidad de componentes eléctricos a los que se les debe hacer disposición final una vez alcanzan su vida útil.

133

- **Baja contaminación lumínica y mejor percepción del entorno:**

Como consecuencia de la direccionalidad de los dispositivos LED, la luz que emiten no se esparce en todas direcciones, haciendo que su exposición al cielo sea mucho menor.

Con la iluminación LED es posible utilizar luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle (baja los tiempos de reacción ante un imprevisto), con menor consumo de energía y una mejor percepción del entorno. La luz blanca atraviesa mucho mejor la neblina, haciendo a los vehículos más visibles.

- **Reducción del consumo de energía y emisiones de CO₂:**

Las luminarias LED cuentan con alta eficiencia lumínica, lo que se traduce en un aprovechamiento óptimo de la energía consumida, logrando así la reducción considerable de la energía demandada y consigo, la reducción de emisiones de CO₂.

En la tabla a continuación, se observa la reducción de CO₂ que se lograría con la modernización del parque lumínico del Municipio a tecnología LED, correspondiente al mismo porcentaje de ahorro en consumo energético:

CONSUMO MUNICIPIO PAIPA



POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	576.14
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-AÑO)	2,488,912.3
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	352.65
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-AÑO)	1,523,453.2
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	38.79%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	0.38
CALCULO EMISIONES GEI LUMINARIAS EXISTENTE (TONCO2-eq/AÑO)	0.97
CALCULO EMISIONES GEI PROPUESTA ENERGETICA (TONCO2-eq/AÑO)	0.60
DIFERENCIA EMISIONES GEI (TONCO2-eq/AÑO)	0.38
PORCENTAJE DISMINUCIÓN DE EMISIONES GEI (%)	39%

Tabla 53. Porcentaje reducción de CO2 modernización en el municipio

5.6. Desarrollos tecnológicos

5.6.1. Descripción proyecto telegestión

134

Hoy en día se debe visualizar el concepto y tecnologías que impliquen lo que es una ciudades y territorios inteligentes para realizar una completa madurez en las ciudades con herramientas de apoyo para trazar una ruta de acción en el corto, mediano y largo plazo, en donde se abren espacios de trabajo conjunto con otros actores de la sociedad.

El objetivo de un modelo de ciudad inteligente para el territorio nacional se logra a partir de las definiciones dadas por el Gobierno Colombiano, a continuación, se muestra un resumen de los conceptos más representativos para ciudades inteligentes.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia – MinTic en la resolución 1117 de 2022 y publicaciones en la página WEB¹ del MinTIC establece los lineamientos de transformación digital para las estrategias de ciudades y territorios inteligentes de las entidades territoriales, en el marco de la Política de Gobierno Digital.

Línea de acción #1. Modelo de Madurez de Ciudades y Territorios Inteligentes

Conforme a la "ESTRATEGIA NACIONAL DIGITAL DE COLOMBIA 2023-2026", la Política de Gobierno Digital liderada por MinTIC, debe contemplar como acción prioritaria la adopción del Modelo de Madurez de Ciudades y Territorios Inteligentes.

¹ MinTic: <https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Iniciativas/Ciudades-y-Territorios-Inteligentes/>



El Modelo es una herramienta de autodiagnóstico que permite identificar la situación actual de una entidad territorial con relación a las dimensiones de calidad de vida, hábitat, medio ambiente, desarrollo económico, gobernanza y personas. Esto ayuda a identificar las verticales de ciudad que pueden apoyarse mediante iniciativas de ciudades inteligentes, posibilitando la creación de fuentes de información (datos) para orientar los esfuerzos del gobierno local hacia el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

De esta manera se promueve la transformación digital territorial en todos los sectores de la sociedad, y se incentiva a que, desde las entidades públicas territoriales, se diseñen las condiciones necesarias para que se puedan desarrollar los proyectos e iniciativas de ciudades y territorios inteligentes.

Los principales beneficios del modelo son:

- Identificar el estado actual de la ciudad o territorio con respecto a las distintas dimensiones que se evalúan.
- Identificar las principales necesidades de los ciudadanos, los problemas y desafíos de los territorios.
- Articular los resultados del Modelo de Medición de Madurez con las prioridades de los planes de Desarrollo.
- Fortalecer y optimizar la capacidad institucional de las entidades territoriales.
- Disponer de decisiones rápidas y oportunas basadas en información y datos en tiempo real para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.
- Fortalecer los vínculos urbanos-rurales que incluya la participación ciudadana para identificar prioridades de intervención tecnológica en los territorios con baja cobertura y acceso a internet.

135

Línea de acción #2 Acompañamiento técnico y lineamientos de ciudades y territorios inteligentes.

En el marco de la estrategia "Ciudades y Territorios Digitales", MinTIC viene realizando acompañamiento técnico a las iniciativas y requerimientos postulados por las diferentes entidades territoriales. Por medio del acompañamiento técnico, el Ministerio TIC brinda asesoría a las entidades territoriales para la formulación de sus iniciativas de ciudades inteligentes. Para cumplir este objetivo, el Ministerio pone a disposición de las entidades, el equipo de consultores especializados de ciudades inteligentes.

El MinTIC brinda asesoría especializada a las entidades territoriales para la formulación y estructuración de sus proyectos afines con ciudades y territorios inteligentes, esto lo hará en coordinación con las entidades nacionales líderes del sector y así definirán los lineamientos



técnicos soportados en los Acuerdos Marco de Precios - AMP. Los AMP son contratos de demanda agregada a los cuales se pueden adherir las entidades públicas y contratar por medio de ellos. Los AMP incentivan el desarrollo en el país para que puedan resolver las necesidades de sus ciudadanos. Los AMP pueden ser consultados en la Tienda Virtual del Estado Colombiano <https://colombiacompra.gov.co/content/tienda-virtual>

Línea de acción #3. Cofinanciación de estrategias de ciudades y territorios inteligentes

En caso de que el MinTIC así lo estime, se habilitarán diferentes mecanismos tales como convenios interadministrativos y convocatorias públicas que permitan la cofinanciación de proyectos de ciudades y territorios inteligentes. Para ello, estableció los lineamientos relacionados con los mecanismos de cofinanciación de las estrategias de ciudades y territorios inteligentes con recursos del Fondo Único de TIC - FUNTIC. Esta información, que se encuentra disponible en el anexo 3 de la Resolución, también proporciona a las entidades territoriales todos los aspectos que se deben tener en cuenta para participar en los mecanismos de cofinanciación.

Línea de acción #4. Plataforma de ciudades y territorios inteligentes

La plataforma de ciudades y territorios inteligentes de MINTIC es un esfuerzo nacional por brindar una herramienta transversal para que los proyectos y beneficios de las ciudades inteligentes sean más fáciles de implementar por parte de cualquier entidad.

136

La plataforma de MinTIC está diseñada con el principio de integración de datos generados a partir de fuentes de diversa naturaleza tales como IOT, redes sociales, datos estructurados, semiestructurados y no estructurados con enfoque en la analítica y visualización de los datos que llegan a la plataforma relacionados con cualquiera de las verticales de ciudad.

La plataforma de ciudades y territorios inteligentes implementa tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial y tecnologías de analítica de datos para el apoyo a la toma de decisiones basadas en datos con enfoque en la analítica y visualización de datos generados por IoT.

- **Modelo de Madurez de Ciudades y Territorios Inteligentes de MinTIC²**

El Modelo hace parte de la oferta del MinTIC, de acuerdo con la Resolución 1117 de 2022. Es una herramienta de autodiagnóstico que permite identificar las necesidades de ciudad que pueden ser resueltas con proyectos que promueven el uso de tecnologías de la información en los diferentes verticales de ciudad.

Así mismo, el Ministerio pone a disposición de las entidades territoriales, el acompañamiento de

² MinTic: https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-334743_Indice_CTI_2023.pdf



la Subdirección de Fortalecimiento de Capacidades Públicas Digitales de la Dirección de Gobierno Digital, para la retroalimentación de sus proyectos de ciudad inteligente

En 2023, Ministerio TIC desplegó otra herramienta de su oferta institucional: la Plataforma de Ciudades y Territorios Inteligentes, logrando la integración de 200 dispositivos IoT pertenecientes a proyectos territoriales en ejecución. La data de estos dispositivos permitió mejorar la toma de decisiones de las entidades beneficiarias, mediante los procesos de analítica de datos que realiza la plataforma.

En 2024 MinTIC pondrá a disposición la Plataforma como una herramienta transversal. Será una apuesta país para que cualquier municipio o departamento, pueda avanzar en su transformación digital.

El Modelo estuvo compuesto por tres instrumentos de evaluación: percepción, resultados y capacidades, Lo cual permitió conocer la percepción ciudadana en cada una de las verticales de ciudad, las capacidades institucionales de las entidades que deben liderar la ejecución de proyectos de ciudad inteligente y finalmente, el estado real de avance de cada una de las dimensiones de ciudad.

El entendimiento de los planes de desarrollo, la oferta disponible de MinTIC, tendencias, practicas líderes a nivel internacional y el contexto territorial, permitió la identificación de iniciativas y actividades que conformarán la hoja de ruta para ayudar a promover el avance de los territorios hacia ciudades inteligentes durante la vigencia 2024.

137

Una de las herramientas más relevantes que estará a disposición de las entidades territoriales será la Plataforma País de Ciudades y Territorios Inteligentes, mediante la cual se podrán integrar los proyectos de ciudades inteligentes que se encuentren en ejecución.

Índice explicativo

Calidad de vida: Dimensión relacionada con la forma de vida que tienen los habitantes del territorio e incluye subdimensiones como el ocio, el bienestar, la seguridad ciudadana y la salud.

Desarrollo Económico: Dimensión relacionada con la posibilidad de generar ganancias económicas en el territorio e incluye subdimensiones como el emprendimiento e innovación, el entorno productivo y competitivo, el empleo, la transformación digital y la economía circular.

Gobernanza: Dimensión relacionada con la forma de gobernanza del territorio e incluye subdimensiones como el gobierno abierto, los ejercicios de colaboración, la participación ciudadana, la gobernanza multinivel y el gobierno digital.



Hábitat: Dimensión relacionada con el entorno en el que los ciudadanos viven e incluye subdimensiones como la movilidad inteligente, las infraestructuras inteligentes, los servicios públicos y la gestión del espacio público.

Medio Ambiente: Dimensión relacionada con el impacto ambiental que genera el territorio e incluye subdimensiones como la gestión de recursos, la calidad ambiental, la gestión del riesgo, la gestión de residuos y el cambio climático.

Personas: Dimensión relacionada con la interacción personal entre los ciudadanos e incluye subdimensiones como la educación, la equidad, sociedad incluyente, la cultura ciudadana y la cohesión social.

Institucionalidad e innovación: Conjunto de elementos relacionados al ordenamiento de las actividades humanas en la ciudad y/o territorio, la gestión de la innovación y del conocimiento al interior de las entidades, la ciudad y/o territorio inteligente, y las condiciones normativas y financieras para la formulación e implementación de iniciativas sostenibles operativa y económicamente.

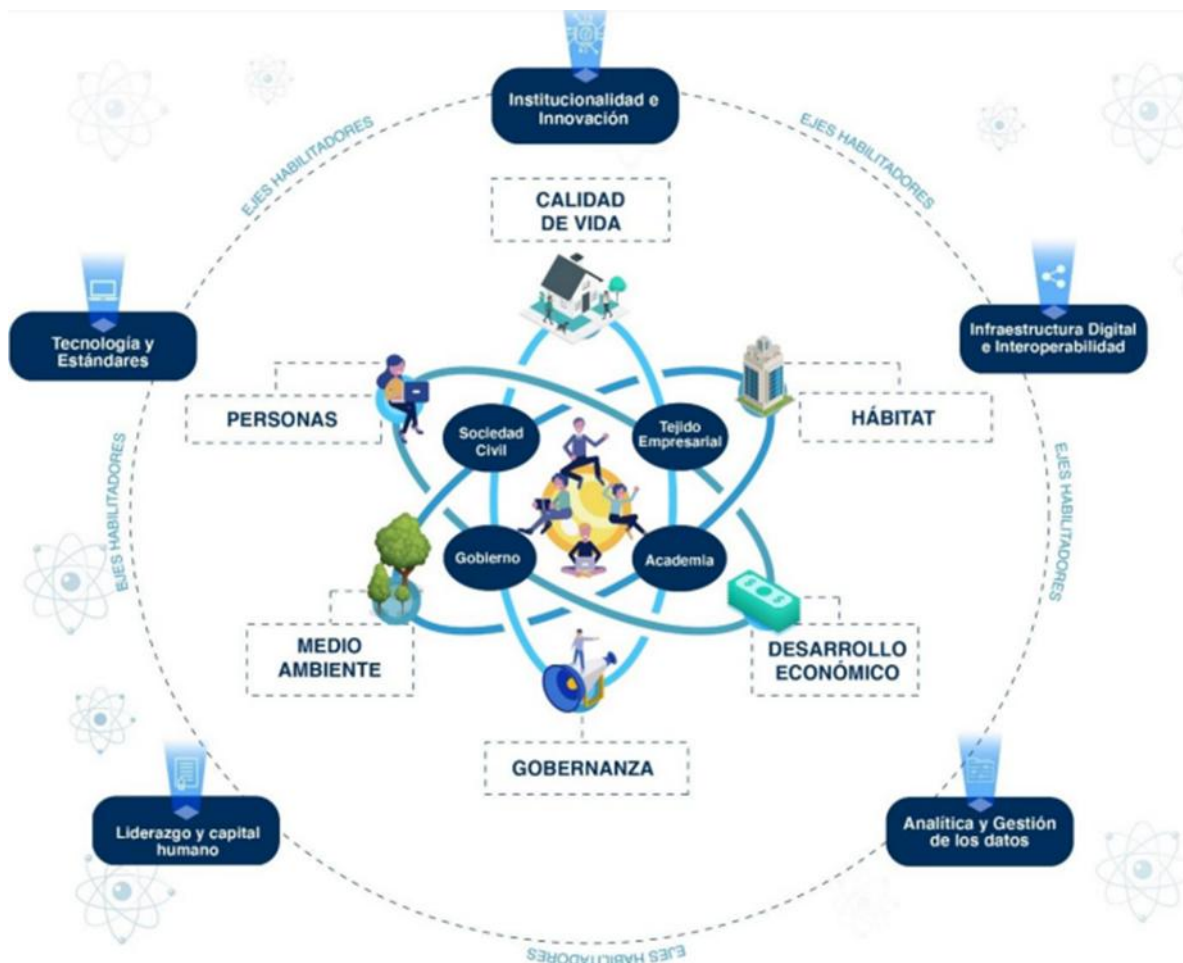
Infraestructura e interoperabilidad: Consolida los elementos que permiten el desarrollo, despliegue y gestión de infraestructura tecnológica de redes y comunicaciones para la apertura e interacción entre los diferentes actores del ecosistema de ciudad y/o territorio. Asimismo, garantiza que los productos y servicios de proveedores dispares puedan intercambiar información y trabajar en forma conjunta

138

Liderazgo y capital humano: Comprende los elementos propulsores del liderazgo y el fortalecimiento del capital humano de las entidades para el desarrollo de iniciativas de ciudades y territorios inteligentes, así como el conjunto de conocimientos y habilidades que permiten un uso seguro y eficiente de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Tecnología y estándares: Incluye los aspectos que permiten la incorporación, implementación y gestión de la conectividad, nuevas tecnologías y estándares para la resolución de necesidades, desafíos y retos de la ciudad o el territorio.

Analítica y gestión de los datos: Aspectos relacionados con la disponibilidad y acceso a la información pública, de forma que pueda ser usada, analizada y aprovechada por ciudadanos, academia, sector privado y entidades públicas para apoyar las dinámicas de ciudad y/o territorio, mejorar los procesos de decisión y generar riqueza.



Esquema 1. Lineamientos Técnicos Min TIC Modelo de madurez de Ciudades y Territorios Inteligentes. Recuperado a partir de Min TIC. Documento de lineamientos y conpes de ciudades inteligentes.2024.

Para la creación del modelo se propuso la aplicación de las siguientes premisas:³

- Primero el ciudadano, mediante el acceso a servicios públicos confiables y de calidad, y la satisfacción de sus necesidades de forma inteligente e integral.
- Inclusión y transparencia en la comunicación con los ciudadanos.
- Generación de valor en la adquisición de infraestructura adecuada.
- Eficiencia en el uso de los recursos.
- Sostenibilidad de los proyectos.
- Soluciones TI integrales, interoperables y escalables que usen tecnologías abiertas y tenga alta disponibilidad.

³ https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-179102_recurso_2.pdf



El suministro de un sistema de telegestión (controladores, Gateway/concentradores, plataforma de gestión, etc.) para el alumbrado público del municipio, debe cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales en la materia.

Dentro del plan de desarrollo, el municipio tiene como objetivo implementar modelo de ciudad inteligente dados los lineamientos que entregaron en sesión con el primer mandatario del municipio y concejo de gobierno el día 25-09-2024, donde se expuso la necesidad de incluir:

- Sensores de ambientes en diferentes puntos de la ciudad para realizar los monitoreos.
- Puntos de video vigilancia integrados a los sistemas de control y fuera pública del municipio.
- Puntos de internet gratis para las personas.
- Sistema de tele gestión al sistema de alumbrado público.
- Campañas para realizar embellecimiento en parques y áreas deportivas con pantallas informativas.

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas propuestas del sistema de telegestión.

5.6.2. Especificaciones técnicas de los sistemas de telegestión

En la actualidad se proyectan grandes pautas para que las ciudades se transformen mejorando de forma continua su eficiencia y funcionamiento en cuanto a las redes de alumbrado público, lo que busca convertir en “Ciudades Inteligentes”.

140

Ventajas

- Eficiencia energética, con ahorros de más de 30%, con eficacia lumínica en alumbrado público mayor a 160lm/W.
- LED de última generación, con altas especificaciones técnicas que aseguran larga durabilidad con respecto a antiguas tecnologías.
- Soluciones sostenibles, que se pueden adaptar a todas las necesidades tanto económicas como técnicas que el municipio requiera.
- Ahorro energético basado en medición en tiempo real.
- Durabilidad en los componentes, basados en especificaciones técnicas con vida útil de más de 100.000 horas.

Características

- Monitoreo y seguimiento remoto: permite validar criticidades del sistema.
- Mantenimiento: el sistema garantiza las condiciones de falla, con problemas o fuera de servicio.
- Monitoreo en tiempo real: revisar en tiempo real las fallas del sistema y verificación con



asignación inmediata de reportes.

- Reportes de consumo a lo largo del tiempo, ajuste de parámetros requeridos en las zonas.

Ciudades inteligentes

Garantizar las características técnicas, operativas de hardware y software para cada uno de los elementos que confirman una solución en los sistemas de control de iluminación utilizados en el sistema de telegestión instalados en las redes de alumbrado público del municipio.

Este documento deberá ser la base fundamental para los sistemas de iluminación que se quieran instalar basados en telegestión en zonas como: vías, parques, plazas, escenarios deportivos, zonas de tránsito peatonal, entre otros.

El sistema de alumbrado público no hace referencia a las especificaciones técnicas que se indican en el documento, solo aplica para los sistemas de control que se incluyan al sistema de alumbrado público.

El servicio de alumbrado público en una ciudad inteligente deberá Implementarse basado en un sistema de telegestión bajo condiciones técnicas según normatividad colombiana RETIE, RETILAP. Este documento está enfocado a los sistemas de telegestión de alumbrado público instalados en el territorio nacional colombiano, incluyendo especificaciones técnicas de los componentes que conformarán el sistema de telegestión.

141

Normatividad

Los sistemas de telegestión deben cumplir con la siguiente normatividad de fabricación, operación y ensayos:

- RESOLUCIÓN NÚMERO 40150 de 03 de mayo 2024.
- NTC 6691:2024 Especificación de sistemas de telegestión.
- Ley 527 de 1999.
- Decreto 2364 de noviembre del 2012 – Presidencia decreto firma electrónica.
- Decreto 333 de 2014 Certificaciones firmas electrónicas y contratos electrónicos.
- Ley 1581 de 2012 art 26 protección de datos.
- Decreto 2106 de 2019 Gestión documental.
- Decreto 2609 de 2012 Repositorio normativo.



5.6.3. Características para el sistema de telegestión de alumbrado público

El uso de sistemas de telegestión permitirá optimizar los procesos de alumbrado público y de manera formal garantizará mejoras en el funcionamiento.

Los sistemas de telegestión proporcionan funcionalidad e interconexión a las luminarias de alumbrado público, es así como definen que todos los elementos que interactúan con el sistema puedan conocer el estado actual y/o de funcionamiento.

Usuarios del sistema de telegestión

- Ciudadanos.
- Gestores / operadores del sistema eléctrico.
- operadores del sistema de alumbrado público.
- equipo operativo de mantenimiento.

Arquitectura del sistema de telegestión

El sistema de alumbrado público debe verse como un servicio integral, que proporcione gestión de iluminación centralizada, integrada y operable, a través de una plataforma como una solución general al sistema de interconexión eléctrica.

142

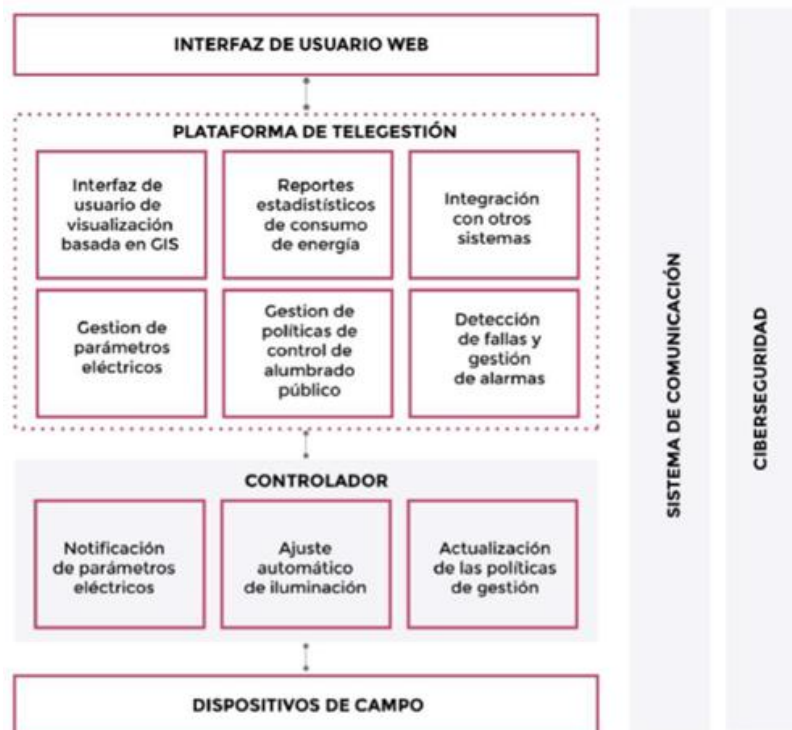
Los elementos que confirman el sistema centralizado de alumbrado público con telegestión son:

- Interfaz de usuario.
- Plataforma de telegestión.
- Nodos de telegestión (LCU).
- Dispositivos de control y comunicación de campo.
- Luminaria de AP.
- Sistema de comunicación – ciberseguridad.

El sistema de telegestión deberá garantizar un procesamiento en el almacenamiento de información, seguridad, conectividad e interfaz a los usuarios del sistema. La conexión remota de las luminarias telegestionadas de alumbrado público garantizará que se monitoreen, controlen y reciban datos en tiempo real para proporcionar la información al operador del sistema de alumbrado público.

El sistema de gestión debe ser sencillo, amigable y disponible con niveles de seguridad de forma tal que no sea vulnerado por terceros (hacker). Se deberá mantener de forma permanente el monitoreo de puntos lumínicos, veracidad de la información en su encendido y apagado, con el

objetivo de no tener riesgo en la operación.



Esquema 2.Arquitectura funcional de un servicio de telegestión para alumbrado público. (Recuperado de RETILAP)

El sistema puede tener características variables de acuerdo a la tecnología o solución existente en la ciudad. Se debe garantizar flexibilidad y permitir gestión y control de manera individual o grupal.

- Los sistemas pueden tener la misma estructura de las redes actuales en la ciudad, el nuevo sistema deberá ser adaptable.
- En caso de tener nuevas áreas en el sistema de telegestión, y el modelo de conexión es diferente al existente se deberá realizar consideraciones necesarias para que los servicios licenciados permitan ser incluidos dentro del nuevo protocolo de comunicación
- Las combinaciones de redes se permiten para realizar optimización de costos e incrementar la interoperabilidad, facilidad de modelamiento, escalabilidad y reducción de costos en administración, operación y mantenimiento
- Los sistemas deberán permitir que cualquier hardware o protocolo de comunicación tenga accesibilidad al sistema propuesto.

Los criterios para elegir el sistema, tipo de tecnología o topología de la ciudad depende de la aplicación existente o a implementar:



- Dar cumplimiento a la reglamentación técnica vigente en el país, una disponibilidad y cobertura. la disponibilidad en la tecnología y componentes es necesario definirla para cada caso particular.
- Autonomía del sistema frente a otras propuestas existentes, complejidad en la puesta en marcha y mantenimiento.
- La tecnología debe ofrecer robustez de acuerdo a las características de la zona a implementar el nuevo sistema de tele gestión.
- Garantizar interoperabilidad
- Evaluar las condiciones de contratación del servicio de conectividad según los periodos de implementación del sistema
- Garantizar la renovación de acuerdo al modelo del sistema implementado
- La seguridad en el almacenamiento de información y acceso a los mismos
- Estandarización de protocolos de comunicación y manejo de datos

todos los sistemas deben implementar simplicidad y automatización, garantizando los puntos de falla, menos costos de administración, operación y mantenimiento.

Especificaciones del sistema de control

Son las características más importantes que debe tener el sistema de telegestión:

144

- Protocolos de comunicación red abierta.
- Escalable.
- Interoperable.
- Disponibilidad de información en tiempo real.
- Interfaz de usuario dinámica, sesiones seguras a través de protocolos con interacción, autenticación y protección.
- Control de activos de forma remota.
- Hardware compatible con versiones de comunicación según la última actualización del sistema.
- Integridad y disponibilidad de datos a largo plazo.

la funcionalidad del sistema se debe basar en una red de comunicación inalámbrica, radiofrecuencia, sea en malla, estrella o combinadas. Lo anterior según la mejor configuración de la zona a implementar el sistema de tele gestión.

en operaciones directas el punto lumínico debe permitir conexión a través de enlaces directo a la aplicación.

en una operación de radiofrecuencia, se deben implementar concentradores que actúan como



enlace de información entre los controladores de las luminarias y el sistema de gestión o aplicación. El uso de radiofrecuencia no licencia está permitido entre cada uno de los elementos que confirman el sistema de telegestión.

El sistema debe permitir de forma remota a cada luminaria:

- Monitorear.
- Controlar.
- Operar.
- Atenuar.
- Dimerizar.
- Control remoto de tableros eléctricos.
- Garantiza escalabilidad.
- Funciones adicionales propias del sistema implementado.

Los sistemas de comunicación a implementar los controles de luz individual o grupal, deben considerar realizarse entre redes sin licencia (radiofrecuencia) o con licencia (celular), o ambas.

las características según la conectividad del sistema se basan en el tipo de proyecto que se desea integrar con un mínimo de funciones:

145

- Conectividad: las luminarias de forma individual o grupal deben conectarse a la red para que sean enlazadas con el controlador y aplicación de software.
- Los dispositivos de conectividad de las luminarias (fotocontrol telesgetionable) deben ser universales a través de plug NEMA 7.
- El software debe actualizarse de forma remota y a su vez todos los elementos que conforman el sistema.
- El sistema de conectividad no licenciado debe tener las mismas características de un sistema de redes licenciadas en cuanto a seguridad durante la transferencia de datos y señales.
- El sistema de conectividad para el concentrador debe tener conexión de internet celular o cableada, conexiones de servicio para mantenimiento y optimización de la red.

Dentro de las principales tecnologías para los sistemas de telegestión se pueden mencionar los siguientes protocolos de comunicación:

- Lorawan
- Lora
- Wi-sun
- LTE
- 6lowpan



- Zigbee
- Wifi
- NB-IoT

Estas soluciones se pueden basar en conexiones a través de malla o estrella como topología de comunicación.

MALLA: Compuesta por varios nodos que se comportan como enrutadores y forman una sola red hasta el concentrador

ESTRELLA: Conexión multipunto, compuesta por varios equipos de control remoto y se conectan al concentrador

En caso de una combinación de ambas tecnologías y una aplicación de redes licenciadas y no licenciadas se puede llegar a tener en:

- Ciudades con redes robustas existentes.
- Distribución de luminarias en áreas donde se hace imposible un único sistema: malla o anillo.
- Combinación de redes para minimizar los costos, mejorar la escalabilidad del sistema, mejorar las interrupciones en la operación y garantizar costos de operación, administración y mantenimiento adecuados para cada sistema.

146

Los sistemas de gestión deben evitar la instalación de hardware y software propietario para obtener datos y accesos limitados al operador del sistema. Los datos deben ser obtenidos en cualquier elemento conectado a la red y así, el sistema garantiza la interoperabilidad.

Los sistemas apropiados para realizar la arquitectura de una ciudad inteligente, basada en sistemas de telegestión debe garantizar criterios convenientes que permitan implementar topologías de comunicación:

- Disponibles.
- Cobertura de comunicación.
- Evaluar complejidad en la puesta en marcha y mantenimiento.
- Autonomía del sistema.
- Alcance.
- Robustez de comunicación.
- Interoperabilidad.
- Periodos de servicio con protocolos de terceros.
- Vida útil del sistema.
- Costos de redes de datos.



- Ingeniería y puesta en marcha de arquitectura.
- Facilidad de incorporar nuevos activos al sistema sin necesidad de costos extra.
- Renovación de licencias y sistema de datos.
- Seguridad en la transmisión de datos, almacenamiento de datos y acceso a datos.

Interfaz de usuario: Se deberá tener una plataforma capaz de proporcionar un sistema integrado como parte del alumbrado público.

- Georreferencia de puntos lumínicos, con visualización basada en mapas que incluya datos o nombres de vías.
- Potencia del punto lumínico.
- Estado del punto lumínico.
- Adaptación flexible de los niveles de luz.
- Control remoto de los puntos lumínicos.
- Notificación en tiempo real de falla.
- Medición en tiempo real de energía.
- Interoperabilidad, permitir intercambio de información a través de protocolos abiertos de comunicación. las luminarias deben conectarse de manera rápida y fácil al sistema.
- Escalabilidad, flexibilidad de inclusión de nuevos nodos o desarrollos a futuro basados en la misma plataforma de telegestión.
- Comunicación bidireccional.

147

las luminarias deben operar de manera convencional a través de fotoceldas telegestionadas o LCU, permitiendo:

- Adaptación flexible en los niveles lumínicos.
- Control remoto de luminarias de forma individual y grupal.
- Estado de luminarias en tiempo real.
- Auto notificaciones de fallas.
- Medición del consumo de energía, incluido históricos.
- Herramientas de medición y verificación.
- Interfaz HIM amigable para proporcionar ubicación en tiempo real.
- Interoperabilidad.
- Escalabilidad del sistema.
- Comunicación bidireccional.

De acuerdo a la tecnología, el sistema de gestión deberá estar diseñado para garantizar los requerimientos mínimos necesarios de seguridad y operatividad, garantizando interfaces abiertas que permitan configuración para conectar nuevos procesos que el operador requiera incluir en su sistema de control.



Se implementarán sistemas de comunicación redundantes y robustos que permitan dar operatividad ante fallas. Se permite el uso de redes disponibles móviles y/o físicas de comunicación como redundantes para facilitar la operación del sistema en caso de una falla. Se deberán utilizar sistemas que permitan recuperar la información en caso de pérdida en la base principal de almacenamiento.

El sistema de gestión de alumbrado público deberá por lo mínimo tener lo siguiente:

- Software basado en plataforma compatible con sistemas operativos en el ámbito local:

El software deberá usar protocolos de comunicación abiertos, permitir que sea escalable, interoperable y confiable. debe permitir que la interfaz sea dinámica y amigable, que permita el ingreso del número máximo de elementos proyectados en el municipio.

el uso del software deberá permitir acceder con sesiones de usuarios seguras a través de la ruta de conectividad; deberá existir interfaz web para revisar la transparencia de datos entre los navegadores y servidores.

El suministro del software deberá permitir realizar auditorías en seguridad ejecutadas por ingenieros especialistas y que garanticen la seguridad en las plataformas. El software deberá permitir ser ajustado de manera óptima para los requerimientos internos del operador, siendo compatible con marcas de elementos que conforman el sistema de alumbrado público.

148

No se permitirá usar autenticaciones adicionales que permitan el acceso de forma incorrecta, el servidor debe permitir integridad en los datos a largo plazo y tener 100% disponibilidad, se debe incluir soporte de manera presencial y remota durante doce meses para la estabilidad del sistema.

El software debe permitir georreferenciar los puntos lumínicos o elementos del sistema; debe permitir visualizar nombres de las vías, zonas peatonales, plazas, parques, mostrar planos de las regiones o municipios.

El software permitirá crear flexibilidad en los grupos lumínicos según las necesidades:

- Aplicación remota.
- Nodos de telegestión.
- Monitoreo de iluminación.
- Consumos de energía.
- Visualización en tiempo real.



- Interoperabilidad del sistema con nuevos elementos a incluir en el software.
- Sistema de comunicación bidireccional.

Las luminarias que conforman el sistema de telegestión deben ser conectadas de manera ágil, rápida y fácil al sistema. La luminaria una vez se encuentre energizada con el fotocontrol telegestionado, debe permitir su operación de manera convencional a través de fotocelda o reloj astronómico, hasta que el elemento esté disponible en el sistema.

Todas las luminarias deben tener una relación física en un mapa basado en sistema GIS (Sistema de información geográfica).

las luminarias instaladas y conectadas al sistema de telegestión debe proporcionar información completa (histórico) como, por ejemplo:

- Localización geográfica.
- Fecha de instalación.
- Modelo de luminaria.
- Fabricante.
- Potencia.
- Óptica.
- Ángulo de inclinación.
- Flujo luminoso.
- Tipo de driver.
- Nivel de tensión de funcionamiento.
- Actuaciones.

149

Adicionalmente será capaz de monitorear las características de operación de:

- Corriente.
- Tensión.
- Potencia.
- Factor de potencia.

Las fallas de funcionamiento del sistema de alumbrado público deben centrarse en las notificaciones de campo:

- Fallas eléctricas.
- Fallas en elementos internos de luminarias.
- Fallas de comunicación.
- Falla en el sistema de telegestión.



- Falla en la operación.

El sistema debe permitir operación de las luminarias de manera independiente y grupales de acuerdo a la estandarización del operador. cada elemento de conexión debe ser un único punto de luz. El control de la luminaria debe permitir registrar e informar los puntos de conmutación:

- Encender, apagar, horario y horas de encendido.
- Encendido - apagado por niveles de iluminación.
- Encendido - apagado manual.
- Encendido - apagado por niveles de iluminación.
- Cambio de nivel de iluminación por regulación, anulación manual y sensor.

El controlador de cada luminaria debe permitir actualizarse de forma remota inalámbrica de acuerdo a la última versión del fabricante:

- Actualizaciones por correcciones de problemas / errores.
- La actualización del firmware debe ser confiable a cortes de red e interrupciones de energía.
- Las actualizaciones no deben comprometer el funcionamiento de los activos de iluminación.
- Todas las actualizaciones serán compatibles con la base instalada de los controladores.

150

Los nodos de telegestión deben ser individuales por cada luminaria y compatibles con NEMA ANSI 7 pines o cualquier conector normalizado.

5.6.4. Requerimientos generales para la puesta en servicio del sistema de telegestión

El proyecto de telegestión plantea la instalación de un sistema de comunicaciones para cubrir la sección del territorio:

En este sentido el proponente deberá garantizar el número de equipos concentradores o Gateway para dar plena cobertura de comunicación al área indicada, para realizar la telegestión. Se deberá indicar Marca, modelo y/o referencia de cada uno de los equipos requeridos, así como cada uno de los elementos que se requieran para implementar la solución. De igual forma, se deberán indicar las especificaciones de la plataforma de gestión y asegurar el cumplimiento con la normatividad vigente RETILAP.

Los equipos deberán cumplir la ley, normatividad y especificaciones colombianas e internacionales de la materia (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP



(Res 40150 del 3 de mayo del 2024, regulaciones CREG (Res 038-2014, MINTIC 01117 del 2022, y otros aplicables), NTC 6691:2024 y otras especificaciones de carácter general, que en resumen se indicarán en el presente documento.

- Concentradores o Gateway para adquirir y dar la cobertura al área indicada en dicho proyecto
- Cuadro con la ubicación georreferenciada del número de concentradores o Gateway que se propone adquirir, así como un archivo Kmz (Google Earth) con esta información.
- Topología de la red indicando cada uno de sus elementos.
- Equipamiento compatible con otros fabricantes que utilicen la misma tecnología de comunicación. En este caso se deberá indicar y/o explicar de forma detallada como un terminal de telecontrol de otro fabricante podrá enrolarse al concentrador o Gateway propuesto.
- Tres (3) años, una plataforma Web para realizar la telegestión o administración del equipamiento suministrado. En este sentido se la plataforma de telegestión debe ser compatible con el equipamiento de otras marcas o fabricantes.
- El sistema (Infraestructura de red – plataforma de gestión) permite la Integración con otros servicios y sistemas: debe permitir la conexión de sensores, dispositivos inteligentes y plataformas de aplicaciones para proporcionar varios servicios de ciudad inteligente.
- Interoperabilidad de la plataforma de administración: debe permitir, a nivel de servidores, el intercambio de información para permitir su uso por otros componentes del sistema y por sistemas externos que lo requieran a través de estándares/protocolos abiertos y compatibles. De igual forma, se debe permitir la conexión de APIs (interfaz de programación de aplicaciones) para el acceso de información u otras interfaces.

151

5.7. Plan de manejo ambiental

La implementación del Plan de Manejo Ambiental para el Sistema de Alumbrado Público en el Municipio, buscará describir en forma específica los programas y actividades tendientes a mitigar, corregir, compensar, contrarrestar y minimizar las externalidades que se generan al ejecutar las actividades y los impactos ambientales que se presentan sobre los componentes sociales y económicos influyentes en el área del proyecto por concepto de Alumbrado Público.

Dicho lo anterior, el desarrollo del plan ambiental para el proyecto de Alumbrado Público del municipio de Paipa, se puede ver desarrollado en el [Anexo J](#) del presente Estudio Técnico de Referencia.



6. Alternativas para implementación del esquema de prestación del servicio de alumbrado público

Sin perjuicio de que la normatividad asigna la responsabilidad de prestación del servicio de alumbrado público en los municipios o distritos, existen diversas alternativas de prestación que permiten o bien, materializar las obligaciones relacionadas con el sistema de alumbrado público en el municipio y que este responda de manera exclusiva con su personería jurídica ante la viabilidad del esquema; o materializar las obligaciones relacionadas con el sistema de alumbrado público en un tercero, que sería una persona jurídica distinta del municipio, en ocasiones concurriendo con su participación en su constitución o no.

Teniendo en cuenta lo anterior, es menester revisar las generalidades de las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público diferenciando entre la prestación del servicio por dependencias que representan la personería jurídica del municipio o la prestación por personas jurídicas independientes de la personería jurídica del municipio, finalizando con un acápite en que describiremos las modalidades contractuales comúnmente utilizadas, una vez se define la naturaleza de la persona jurídica que fungirá como prestador.

6.1. Prestación por el Municipio

152

El primer esquema de prestación del servicio es directamente por parte del Municipio, a través de sus dependencias y el personal que contrata directamente, que, en todo caso, actúa en representación de la personería jurídica del Municipio y con sus propios recursos.

Como lo señala el artículo 311 de la Constitución Política, los municipios, como unidades fundamentales a nivel político y administrativas, son los que de manera primigenia tienen la potestad primaria de prestar el servicio de alumbrado público en sus respectivas jurisdicciones⁴. Lo anterior, guarda armonía con lo previsto en el artículo 2.2.3.6.1.2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, modificado por el artículo 4o del Decreto 943 de 2018.

En este esquema de prestación directa, es la administración municipal quién de forma directa tiene la titularidad del servicio, y en consecuencia, asume las obligaciones que impone su efectiva prestación, como lo es la administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público; así como las inversiones necesarias para la expansión y modernización para

⁴ ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político (sic) administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.



garantizar niveles adecuados de cobertura, tanto en el área urbana como en el área rural del municipio.

Igualmente, la titularidad de los riesgos derivados de cada actividad asociada a la prestación del servicio y, de contera, la titularidad los efectos positivos y negativos de los controles fiscales, judiciales, políticos y ciudadanos que puedan ejercerse, recaen directamente en el municipio.

Lo anterior se traduce en que, es la dependencia respectiva (secretaría, oficina, unidad administrativa especial, etc.) quien -en nombre del municipio- tiene a su cargo, entre otros aspectos:

- La contratación del capital humano necesario para la ejecución de las actividades mínimas que exige la prestación del servicio garantizando los adecuados niveles de cobertura.
- La atención de los usuarios ante cualquier petición, queja, reclamo o sugerencia asociada con el servicio, lo cual implica la atención de solicitudes de información, consultas sobre documentos que no se encuentren sometidos a reserva, y la disposición de canales de comunicación adecuados que aseguren a los ciudadanos la posibilidad de presentar PQRS y la del municipio de responder dichas PQRS en los tiempos previstos en la Ley 1437 de 2011.
- La negociación del valor que deberá ser pagado de cara al suministro de energía eléctrica necesario para la iluminación.
- La adecuación periódica del sistema de alumbrado público a las exigencias técnicas para una eficiente prestación.
- La realización de análisis de mercado de manera habitual, en aras de velar por la suficiencia financiera del servicio sin menoscabo del patrimonio público más allá de lo previsto, entre otras múltiples actividades para los cuales, en la mayoría de los casos, los municipios no están preparados o no cuentan con los suficientes recursos.
- La contratación de terceros para actividades específicas necesarias para la prestación del servicio de alumbrado público en todos sus componentes, teniendo que suscribir diversos contratos con sujeción al régimen de contratación del municipio. Algunos de los contratos que podría suscribir en este caso serían:
 - **Contrato de suministro**

El Contrato de suministro permite al municipio contratar la entrega periódica de los bienes necesarios para realizar la modernización del sistema de alumbrado público. Las demás labores asociadas a la modernización, como la instalación y puesta en funcionamiento de las luminarias respectivas, se realizaría de manera directa por parte de la entidad, con su personal.



De conformidad, con lo previsto en el artículo 968 del Código de Comercio, el Contrato de Suministro se define como aquel mediante “el cual una parte se obliga, a cambio de una contraprestación, a cumplir en favor de otra, en forma independiente, prestaciones periódicas o continuadas de cosas o servicios.” En este contrato de tracto sucesivo, se deben cumplir, por una de las partes, las prestaciones periódicas, consistentes en la entrega de bienes o servicios, y, de otro lado, la contraparte asumirá la obligación del pago de contraprestaciones periódicas. Dentro del contrato de suministro, las partes se conocen como Proveedor, a quien se obliga a cumplir la entrega de bienes o servicios de manera periódica y Suministrado a favor de quien se ejecuta el suministro.

En este sentido, el contrato de suministro es un contrato de ejecución periódica, contrario al contrato de compraventa que es de ejecución instantánea. Por este motivo, para hablar de un contrato de suministro necesariamente debemos referirnos a que las prestaciones objeto del contrato no se agotarán en una única oportunidad, sino corresponde a prestaciones múltiples dentro de un lapso de tiempo.

El contrato de suministro, por lo tanto, implica el cumplimiento de prestaciones recíprocas de parte de los contratantes. De un lado, el proveedor se obligará a una prestación principal consistente en la entrega de una cosa o en la prestación de un servicio por el término que se establezca el contrato de suministro y dentro de las condiciones y términos que acuerden las partes. Por su parte, el suministrado adquirirá la obligación principal de realizar el pago de la contraprestación dentro de los términos y plazos que se establezcan en el contrato.

En este mismo sentido, el Honorable Consejo de Estado ha explicado acerca del contrato de suministro, mediante Sentencia del 29 de enero del año 2014, que:

“A su turno la doctrina nacional, en materia comercial, se ha ocupado de profundizar sobre los elementos característicos del contrato de suministro, así: “el proveedor se obliga a suministrar la cantidad determinada convenida, en los límites y máximos pertinentes, con la oportunidad periódica y de manera continua como se ha convenido o lo indica la costumbre del lugar; la de darle cumplimiento a las reglas de orden público, (v.gr. la de suministro de cosas controladas, de precios, forma de servicios, etc.); y la de pagar la indemnización de los perjuicios en caso de incumplimiento. En tanto que las obligaciones del suministrado son las de recibir las cosas o servicios suministrados, las de pagar el precio en la forma correspondiente (tratándose de suministro periódico, debe ser en el acto, salvo acuerdo en contrario; y el suministro continuo en la forma convenida, o en su defecto, como lo indique la costumbre).” (Subrayado es nuestro). (...)

Con apoyo tanto en las disposiciones normativas reseñadas como en los conceptos doctrinales a los que se ha aludido, se impone concluir que resulta de la esencia del contrato de suministro la entrega de determinada cantidad de cosas que, en los términos del Estatuto Mercantil, bien pueden ser muebles o inmuebles, o incluso puede tener cabida el suministro de servicios, dación que necesariamente debe efectuarse en forma sucesiva o diferida, pues es su ejecución en un tiempo prolongado, que no instantáneo, lo que constituye la



gran diferencia con su análogo de la compraventa o del contrato de prestación de servicios según corresponda, todo lo cual se efectúa a cambio de un precio.

La celebración de este tipo de contratos se justifica en la necesidad de agrupar en un solo vínculo negocial prestaciones que podrían fácilmente corresponder a varios contratos individuales, autónomos e independientes, pero que por razones prácticas en cuanto a la celeridad, economía y unificación del vínculo e incluso por motivos de índole presupuestal, se impone cobijarlos bajo una sola y única relación contractual". (Subrayas nuestras).

Aunque, el contrato de suministro es un contrato distinto a la compraventa, presenta importantes similitudes cuando la prestación del proveedor consiste en la entrega periódica de bienes. Así las cosas, en atención a lo dispuesto en el artículo 980 del Código de Comercio, se aplicarán en el contrato de suministro las disposiciones que sean compatibles con su regulación y que regulen los contratos a los que correspondan las prestaciones aisladamente consideradas. Por este motivo, resulta claro, que, de no existir regulación, resultarían aplicables las disposiciones acerca de la compraventa mercantil, en el caso de que el suministro atienda a la entrega periódica de bienes.

De esta manera, cuando el contrato de suministro consista en la entrega periódica de bienes, implicará el surgimiento de obligaciones adicionales a cargo de las partes: el proveedor deberá responder por los vicios ocultos que puedan surgir de las cosas respecto de los bienes objeto del negocio, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 934 del Código de Comercio. De igual manera, a cargo del distribuido, surge la obligación accesoria de recibir los bienes objeto del contrato, en atención a lo dispuesto en el artículo 943 del Código de Comercio.

155

Ante un incumplimiento del contrato de suministro surge la responsabilidad de cualquiera de las partes que lo haya causado con la necesidad de reparar el daño ocasionado a la otra, de conformidad con las reglas generales de responsabilidad civil contractual. En particular, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1604 del Código Civil que establece el principio general de responsabilidad civil contractual, al igual que el artículo 973 del Código de comercio que dispone lo referente al incumplimiento del contrato de suministro.

Frente a la existencia de un caso fortuito o fuerza mayor que implique la pérdida de la cosa, toda vez, que el contrato de suministro con regularidad recae sobre bienes de género, los efectos de la pérdida de la cosa recaerán sobre el proveedor. En caso de que la prestación consista en la entrega periódica de bienes de "cuerpo cierto", de conformidad con lo previsto en el artículo 929 del Código de Comercio, el riesgo en principio recaerá sobre el Proveedor, salvo que el comprador se constituya en mora de recibir.

En atención a la necesidad del municipio de modernizar el sistema de alumbrado público, la tipología de un único contrato de suministro puede resultar útil. En este sentido, por medio del contrato de suministro se puede acordar la entrega periódica de bienes y servicios que pueden consistir en equipos necesarios para la iluminación de diferentes espacios públicos, bajo las condiciones técnicas que para el efecto determine la entidad contratante. De igual manera, toda vez que, la entrega de los bienes usualmente se realiza de manera periódica con el fin de que



sean instalados escalonadamente, el contrato de suministro resulta ser una modalidad contractual efectiva.

Este esquema, exige que el municipio cuente con el personal suficiente y capacitado para realizar de manera adecuada la instalación de los equipos objeto del suministro acorde con las fechas de entrega que para el efecto se definan en el contrato.

El esquema de un contrato de suministro tiene una distribución de riesgos beneficiosa para la entidad, toda vez, que atendiendo a la naturaleza fungible que tendrían las luminarias o equipos objeto del contrato, la pérdida de los bienes de manera previa a su entrega es un riesgo que no asume el municipio, sino el contratista. Como se ha indicado la pérdida de un bien de género, es un riesgo que asume el proveedor, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1567 del Código Civil.

El aumento en los precios de los bienes también puede ser un riesgo que asuma el contratista, salvo que el mismo, salga del alea normal y pueda constituir un desequilibrio financiero del contrato. En este caso, en cumplimiento del deber de restablecer la ecuación económica del contrato contenido en el artículo 5 y artículo 27 de la Ley 80 de 1993. La jurisprudencia al respecto ha reconocido la fluctuación de precios como una hipótesis, que pueda implicar el desequilibrio financiero²

A pesar de la merma en los riesgos del contrato de suministro, ya que el municipio realiza de manera directa la instalación de los equipos, asume todos los riesgos asociados con la indebida manipulación, manejo, transporte o instalación de los equipos objeto del suministro, desde su recepción, lo anterior, toda vez, que la prestación del proveedor reside simplemente en la entrega a conformidad de los equipos, más no exige labores asociadas con su instalación.

156

En todo caso, este esquema implicará que el municipio cuente con la capacidad operativa para verificar la idoneidad de los bienes que va a instalar, al igual que la gestión asociada con la exigencia de las garantías sobre los bienes adquiridos, si los mismos carecen de la calidad suficiente, de manera previa a instalarlos. Lo anterior en cumplimiento de su obligación de verificación del cumplimiento del contrato. Esta labor la puede hacer mediante la supervisión por parte de funcionarios o contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas *“están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda.”* Así mismo, en cumplimiento del primer párrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría.

En consecuencia, la entidad deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.

De otro lado, el municipio debe tener presente que atendiendo a que asumirá el proceso de instalación y puesta en marcha de los equipos que recibirá, debe contar con un espacio



suficiente para poder cumplir adecuadamente la obligación de recibir, que surge del contrato de suministro, con la anotación, que el incumplimiento de esta obligación puede conllevar responsabilidad civil de la entidad contratante, así como retrasos en el cumplimiento de la obligación no imputables al contratista.

- **Contrato de suministro con prestaciones adicionales de instalación y puesta en funcionamiento**

En primer lugar, se debe anotar que algunas de las consideraciones que hicimos respecto del contrato de suministro sirven de sustento respecto de la modalidad contractual que se enunciará a continuación, en particular, las referentes a la ejecución de las prestaciones propias del suministro. Como se ha indicado el contrato de suministro es una modalidad que implica la prestación periódica de cosas o servicios a favor de una de las partes, a cambio de una contraprestación. En este sentido, dicha modalidad contractual resulta ser útil para la adquisición del conjunto de bienes necesarios para la modernización del sistema de alumbrado.

No obstante, en procura de que el contratista no solamente asuma la obligación de entregar los bienes al municipio, podría celebrarse un contrato de suministro que incluya prestaciones adicionales de instalación y puesta en marcha de los equipos técnicos necesarios para la modernización del sistema de alumbrado público. Así las cosas, a la prestación principal de hacer entrega de los bienes requeridos de manera periódica se le agregan prestaciones adicionales consistentes en la debida instalación de los equipos, al igual que la puesta en funcionamiento de los mismos. De esta manera, la entidad contratante tendrá como obligaciones derivadas del contrato, recibir los bienes instalados y en funcionamiento por parte del contratista- proveedor.

157

Lo anterior, resulta posible en ejercicio de la autonomía contractual de la que gozan las entidades públicas y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 40 de la Ley 80 de 1993, según el cual las entidades podrán agregar cláusulas adicionales a los contratos que suscriban, con miras a satisfacer de la mejor manera las necesidades públicas.

Dentro de un esquema, en que el contratista sea quien ejecute labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos, surge la obligación a cargo de la entidad contratante de poner a disposición los espacios físicos donde se van a realizar las labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos, lo anterior, implicará tramitar el conjunto de permisos necesarios para que el contratista pueda comenzar a ejecutar todas las obligaciones consignadas en el contrato.

En este mismo sentido, el Consejo de Estado, ha indicado respecto de los contratos de suministro, que los mismos con regularidad, incluyen prestaciones adicionales, sin que eso desatienda la unidad del contrato del que se trata:

En la práctica se encuentran contratos para el suministro de equipos que involucran prestaciones adicionales relacionadas con su instalación, servicios de mantenimiento, y de capacitación tendientes a la entrega para la puesta en funcionamiento por parte de la entidad estatal.



En el caso citado, no existe un contrato de compraventa o suministro de bienes muebles, un contrato de obra y un contrato de prestación de servicios. Se trata de un solo contrato con una prestación principal y unas accesorias relacionadas directamente con el primero.

Respecto de la distribución de riesgos contractuales, toda vez, que el suministro consiste en bienes de género, el riesgo recae en el proveedor, lo anterior, como lo explicamos en el desarrollo del esquema contractual de suministro simple, sustentado en lo dispuesto en el artículo 1567, que establece que la pérdida de los bienes de género no extingue la obligación. Al respecto, resulta relevante, plantear, lo que la doctrina ha conocido como el principio del *genus non perit*, extraído del Derecho Romano y sobre el que se cimenta, la prenotada disposición del Código Civil:

En el evento de obligaciones de género: siendo estas obligaciones aquellas en virtud de las cuales *“se debe indeterminadamente un individuo de una clase o género determinado”* (art. 1565), el riesgo debe pesar sobre el vendedor no solo por la indeterminación, sino porque se encuentran íntegramente en el patrimonio del vendedor, no han sido siquiera destinadas al del comprador, al punto que el acreedor no puede oponerse a que el deudor las enajene o destruya mientras subsistan otras para el cumplimiento de lo que debe (art. 1567), lo que además se encuentra en consonancia con la regla conforme a la cual *genus non perit*, por lo que el *periculum emptoris* no puede predicarse respecto de los bienes de género.⁴

158

Adicionalmente, dado que las prestaciones que el Contratista deberá ejecutar no se agotan solamente con la entrega de los bienes, sino que comprenden también la instalación y puesta en marcha de los mismos, los riesgos de pérdida o malfuncionamiento de los equipos igualmente recaen sobre el contratista proveedor, quien para satisfacer la prestación deberá entregar de manera funcional los equipos objeto del contrato y garantizar su correcto funcionamiento.

Esta modalidad contractual releva a la entidad contratante de realizar directamente la instalación y puesta en marcha de los equipos, labor que cabrá dentro de la prestación a cargo del contratista. Estas nuevas obligaciones a cargo del contratista, en primer lugar, libera a la entidad de la realización de manera directa de las labores asociadas con la instalación de los equipos y luminarias adquiridas, concentrando en cabeza del Contratista el deber de garantizar que los bienes suministrados cumplan con las calidades requeridas por la Entidad Contratante, y que estos se hayan instalado de manera adecuada para su funcionamiento.

En efecto, toda vez, que las obligaciones en este caso, contiene prestaciones de instalar y poner en funcionamiento, la realización de pagos al Contratista solo podría entenderse causado contra la ejecución parcial o plena de las prestaciones asumidas por este, implicando ello que el municipio podría pactar la forma de pago al Contratista, sometiéndola a la entrega de las luminarias instaladas y funcionales. Esto, de conformidad con el artículo 1627 del Código Civil, norma que dispone que, *“El pago se hará bajo todos respectos en conformidad al tenor de la obligación; sin perjuicio de lo que en los casos especiales dispongan las leyes. El acreedor no*



podrá ser obligado a recibir otra cosa que lo que se le deba, ni aún a pretexto de ser de igual o mayor valor la ofrecida.”

Respecto de la obligación de garantizar la calidad de los bienes, objeto del contrato, se debe tener en cuenta, lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 5 de la Ley 80 de 1993, que señala la obligación en cabeza del contratista de garantizar *“la calidad de los bienes y servicios contratados y responderán por ello”*

De igual manera, esta modalidad contractual pone en cabeza del contratista la asunción de importantes riesgos contractuales asociados con la pérdida de los bienes de manera previa a la entrega, toda vez, que para entender satisfecha la obligación el contratista deberá hacer entrega de los bienes suministrados, instalados y puestos en funcionamiento. Lo anterior también implica que el contratista asumirá todos los riesgos asociados con el manejo, instalación, transporte, entre otros que pueda tener lugar en el proceso de instalación de los equipos objeto del contrato. Todo esto, en atención a que el cumplimiento del objeto del contrato implica entregar los bienes funcionales, por lo que de conformidad con el artículo 1627 del Código Civil, el pago solo estará completo en cuanto lo realizado por el deudor, se ajuste a la obligación adquirida.

En este caso, dado que la prestación implica tanto la entrega como la instalación, en principio, el municipio no requerirá ningún espacio para recibir los bienes objeto del contrato, sino que deberán ser instalados directamente por el contratista en los espacios públicos en que se pretenda llevar a cabo la modernización del Sistema de Alumbrado Público.

159

En todo caso, el suministro con prestaciones adicionales de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos, podría implicar un aumento en el valor del contrato. Así mismo, toda vez, que la prestación corresponde, no solo al suministro, sino también a la instalación y puesta en marcha de los equipos, la entidad deberá contar con personal suficiente y capacitado para verificar el cumplimiento de la prestación, en cuanto el contratista entrega los equipos instalados y funcionales, lo anterior implica que se pueda verificar no solo la calidad de los bienes instalados, sino el adecuado funcionamiento de los mismos dentro del Sistema de Alumbrado Público.

Esto, tomando en cuenta la obligación a cargo del municipio, consistente en verificar el cumplimiento del contrato. Esta labor la puede llevar a cabo mediante la supervisión por parte de funcionarios o contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas *“están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda.”*

Así mismo, en cumplimiento del primer párrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría. El municipio deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.



- Contrato de suministro y contrato de obra para la instalación y puesta en funcionamiento

Otro posible esquema contractual con el cual el municipio podría obtener la modernización del Sistema de Alumbrado Público, corresponde a celebrar dos (2) contratos diversos. El primero correspondería a un contrato de suministro mediante el cual adquiriera los bienes necesarios para la modernización del sistema de Alumbrado Público del municipio y un segundo contrato de obra mediante el cual contrate la realización de las labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos adquiridos en los espacios públicos de los proyectos.

De conformidad, con lo previsto en el artículo 32 de la Ley 80 de 1993, el contrato de obra es aquél cuyo objeto es la construcción, mantenimiento, instalación y, en general, la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles, cualquiera que sea la modalidad de ejecución y pago.

En este sentido, es importante anotar que dentro de la esencia de este contrato se encuentra que los trabajos materiales recaigan sobre un bien inmueble, por lo cual se excluye de esta definición cuando recaiga sobre un bien mueble. En este sentido, a pesar de que el mobiliario físico que se instalaría para la adecuada modernización del Sistema de Alumbrado Público -SALP – corresponde en esencia a bienes muebles, como lo son las luminarias, los mismos dentro del contrato de obra se tornarían en la materia prima, para la obra, que recaería sobre los bienes inmuebles de uso público, como lo son las calles, plazas o demás lugares, donde se busca instalar los bienes adquiridos mediante el contrato de suministro. En este sentido, toda vez, que la obra recae sobre infraestructura pública para la prestación del servicio de Alumbrado Público, podría hacerse uso del contrato de obra.

160

Así las cosas, los equipos y luminarias, se tornarían en bienes inmuebles por adhesión, de conformidad con el artículo 654 del Código Civil, luego de que se realicen las labores de instalación y puesta en funcionamiento de estos, para la iluminación de los espacios públicos. Así esta disposición, establece que: *“Se reputan inmuebles, aunque por su naturaleza no lo sean, las cosas que están permanentemente destinadas al uso, cultivo y beneficio de un inmueble, sin embargo, de que puedan separarse sin detrimento. Tales son, por ejemplo: Las losas de un pavimento. Los tubos de las cañerías. (...)”*

Para el efecto, el concepto de modernización del Sistema de Alumbrado Público tiene una importancia medular en calificar un contrato mediante el cual se interviene la infraestructura del Sistema de alumbrado público como de obra. En efecto de conformidad, con lo descrito la labor de modernización, implica el cambio tecnológico de algunos de los componentes del Sistema de Alumbrado Público por otros más eficientes, de conformidad con lo descrito en el artículo 2 de la Resolución CREG 123 de 1995. En últimas, implica la modificación de los bienes por destinación que ya son parte del Sistema de Alumbrado público por otros nuevos más eficientes.

Ahora, toda vez, que el esquema que se plantea en este acápite envuelve la existencia de dos (2) contratos diversos, lo anterior implicará que existirán obligaciones diversas para cada uno de los contratistas. En primer lugar, respecto del contrato del suministro resultan aplicables las



consideraciones que se abordaron en los acápite anteriores, en particular sobre el contenido de la prestación y la asunción del riesgo por parte del proveedor cuando el bien objeto del contrato es de género.

Respecto del contrato de obra, en primer lugar, se debe indicar que la prestación consistiría en la instalación y puesta en funcionamiento de los equipos que la entidad le entregue al contratista para el cumplimiento de la labor. En este esquema contractual surge una obligación para la entidad contratante consistente en la entrega de los equipos con los que se pretenden la modernización del sistema de alumbrado público.

Dentro de este esquema, existirían riesgos contractuales asociados con que el incumplimiento del contrato de suministro por parte del proveedor impediría la ejecución del contrato de obra y conllevaría a un incumplimiento por parte de la entidad estatal del contrato de obra. Este eventual incumplimiento podría implicar la responsabilidad del municipio, al igual que conllevar sobrecostos por las demoras causadas al contratante de la obra.

De otro lado, se debe tener presente que, dado que el municipio es el que entrega los materiales para la obra, resultará aplicable la regla dispuesta en el artículo 2057 del Código Civil, por lo tanto, los riesgos asociados con la pérdida de los bienes objeto del contrato, aun en tenencia del contratista, recaería en la entidad, salvo que medie culpa del contratista. Así lo establece el Código Civil, en los siguientes términos: Por consiguiente, la pérdida de la materia suministrada por el que ordenó la obra, pertenece a éste; y no es responsable el artífice sino cuando la materia perece por su culpa o por culpa de las personas que le sirven.

161

Así mismo, si alguno de los equipos que fueron entregados para la realización de la obra, presenta fallas o se daña completamente, el riesgo en el contrato de obra, también lo asumirá la entidad, quien deberá solicitar la correspondiente garantía al proveedor – contratista. Así el numeral tercero del artículo 2057 estipula: *“Si la cosa perece por vicio de la materia suministrada por el que encargó la obra, salvo que el vicio sea de aquéllos que el artífice, por su oficio, haya debido conocer; o que, conociéndolo, no haya dado aviso oportuno”*.

En consecuencia, la existencia de diversos contratos podría aumentar el riesgo contractual no solo asociado al incumplimiento por retardo, sino que a la par, por el cumplimiento defectuoso de la obligación. En efecto, toda vez, que la entidad contratante se obliga con el contratista de la obra a la entrega de los materiales adecuados para el cumplimiento de la labor, un cumplimiento defectuoso de la obligación por parte del contratista- proveedor, que además no sea advertido por la supervisión o interventoría del contrato, podrá implicar que la entidad incumpla con la obligación de entregar los bienes al contratista que se encargará de ejecutar la obra.

Lo anterior conllevaría a que, si el contratista proveedor cumpliera la obligación de manera defectuosa, el contratista que realiza la obra podría incumplir su obligación, toda vez, que no le ha sido entregado por parte de la entidad los bienes necesarios para el cumplimiento del contrato de obra

Resulta importante anotar que, toda vez, que el esquema que se plantea exige que haya dos (2) contratos diversos, la entidad contratante deberá contar con el personal para la adecuada



verificación del cumplimiento de las prestaciones de ambos contratos. Lo anterior en cumplimiento de su obligación de verificación del cumplimiento del contrato. Esta labor la puede hacer mediante la supervisión por parte de funcionarios o contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas “están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda.” Así mismo, en cumplimiento del primer párrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría en los estudios previos.

En todo caso, el municipio deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.

Un asunto que resulta relevante consiste en que al incluir dentro del esquema la realización de un contrato de obra, el mismo debe respetar lo dispuesto en el numeral 1 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993, en este sentido, si el contrato de obra fue celebrado, precedido de una licitación pública el mismo, indefectiblemente deberá contar con una interventoría.

De otro lado, el municipio debe tener presente que atendiendo a que asumirá parte del proceso de instalación y puesta en marcha de los equipos que recibirá, debe contar con un espacio suficiente para poder cumplir adecuadamente la obligación de recibir, que surge del contrato de suministro, con la anotación, que el incumplimiento de esta obligación, puede conllevar responsabilidad civil de la entidad contratante, así como retrasos en el cumplimiento de la obligación no imputables al contratista.

162

6.2. Prestación por personas jurídicas distintas del Municipio

La segunda alternativa de prestación del servicio de alumbrado público, teniendo en cuenta la naturaleza del prestador, consiste en la prestación por parte de una persona jurídica distinta del municipio. En este caso, es posible identificar algunos esquemas en los que, si bien el prestador es una persona jurídica distinta del municipio, se trata de una entidad de naturaleza pública como sucede en el caso de los establecimientos públicos, las empresas industriales y comerciales del estado, las empresas de servicios públicos mixta o las sociedades de economía mixta; o es posible identificar esquemas en los que el prestador es una persona jurídica particular, como sucede en el caso del esquema de concesión o de asociación público privada.

6.2.1. Prestación por personas jurídicas de Derecho público

El servicio de alumbrado público puede ser prestado por personas jurídicas de Derecho público diferentes de la persona jurídica del municipio. En particular, es posible identificar alternativas de prestación por medio de establecimientos públicos, empresas industriales y comerciales del Estado, empresas de servicios públicos mixta y sociedades de economía mixta. Al respecto, se debe precisar que años atrás hubo cierto sector de la doctrina que afirmaba que las empresas



de servicios públicos de carácter mixto no gozaban de la categoría de entidad estatal, sin embargo, dicha discusión fue zanjada por la Corte Constitucional en Sentencia C-736 de 2007, al estudiar la exequibilidad del artículo 38 numeral 2° literal d) (parcial) y 68 (parcial) de la Ley 489 de 1998, en virtud del cual catalogan como entidades que hacen parte de la rama ejecutiva del poder público, a las empresas de servicios públicos oficiales mencionó:

“(…) Obsérvese que si bien el legislador sólo considera explícitamente como entidades descentralizadas a las empresas oficiales de servicios públicos, es decir a aquellas con un capital cien por ciento (100%) estatal, lo cual haría pensar que las mixtas y las privadas no ostentarían esta naturaleza jurídica, a continuación indica que también son entidades descentralizadas “las demás entidades creadas por la ley o con su autorización, cuyo objeto principal sea el ejercicio de funciones administrativas, la prestación de servicios públicos o la realización de actividades industriales o comerciales con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio.” (Subraya la Corte). Así las cosas, de manera implícita incluye a las empresas de servicios públicos mixtas o privadas como entidades descentralizadas, por lo cual la Corte no encuentra obstáculo para declarar su constitucionalidad. (...)”2. (Énfasis propio)

En el mismo sentido, la Sección Tercera del Consejo de Estado ha manifestado que las empresas de servicios públicos domiciliarios mixtas son entidades estatales y hacen parte de la Rama Ejecutiva. Así, por ejemplo, en la sentencia del 2 de marzo de 2006, la sección tercera del Consejo de Estado sostuvo:

“(…) estima la Sala incorrecto decir que la ley 489 solo dispuso que integran la rama ejecutiva del poder público las “empresas oficiales de servicios públicos domiciliarios”, lo cual se ha deducido del hecho de que el artículo 38, literal d), señala que hacen parte de ella “d) Las empresas sociales del Estado y las empresas oficiales de servicios públicos domiciliarios”. Contrario sensu, se ha dicho que la ley no incluyó a las empresas mixtas.

(...)

De otro lado, estas entidades también pertenecen a la estructura del Estado porque el propio artículo 38 establece, en el literal g) ..., señala que integran la rama ejecutiva “g) Las demás entidades administrativas nacionales con personería jurídica que cree, organice o autorice la ley para que formen parte de la Rama Ejecutiva del Poder Público.” (Negrillas fuera de texto).

En defecto de cualquier otra razón, esto explicaría la integración de toda otra entidad administrativa, que como en el caso de las empresas mixtas de SPD requiere autorización legal, ordenanza, de acuerdo (sic) o equivalentes, para ser creada.

(...) no solo pertenecen a la estructura del Estado las entidades expresamente determinadas por los arts. 38 y 68, sino que en estos dos artículos se hace una lista apenas enunciativa de entidades, porque también integra la rama ejecutiva toda entidad que reúna los requisitos propios de una entidad descentralizada, lo que ocurre precisamente con una empresa de SPD mixta.

(...)



En conclusión, retomando los argumentos expuestos, resulta claro que las empresas mixtas de SPD pertenecen a la estructura del estado, es decir son entidades estatales, en los términos de la ley 489 de 1998., (...)” (Énfasis propio).

Dicho lo anterior, algunos aspectos que comparten en común las personas jurídicas de Derecho público que señalamos a continuación es su naturaleza estatal; lo cual a su vez implica, entre otros aspectos, que con independencia de las normas de contratación aplicables, su régimen de contratación debe cumplir con los principios de la función administrativa y la gestión fiscal, así como las inhabilidades e incompatibilidades previstas en la Ley 80 de 1993, tal y como lo señala el artículo 13 de la Ley 1150 de 2007⁵.

Igualmente, estas entidades comparten en común que cuentan con autonomía financiera y administrativa, con ciertos grados de sujeción que varían en cada caso.

Por último, es importante precisar que estos esquemas de prestación por una persona jurídica distinta del municipio deben tener en cuenta para su implementación si dicha persona jurídica ya se encuentra constituida en el momento de implementación del esquema o la misma debe ser constituida. Lo anterior es importante a efectos de determinar los actos o contratos que requiere celebrar el municipio pues, por ejemplo, en el caso de que se implemente el esquema con una entidad pública ya constituida, será necesaria la suscripción de un contrato interadministrativo que es una herramienta del Derecho público consagrada en el literal c del numeral 4 del artículo 2 de la Ley 1150 de 2007, mediante el cual, las entidades públicas pueden celebrar negocios entre ellas⁶. En caso de que el esquema se implemente con una

164

⁵ ARTÍCULO 13. PRINCIPIOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CONTRACTUAL PARA ENTIDADES NO SOMETIDAS AL ESTATUTO GENERAL DE CONTRATACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. Las entidades estatales que por disposición legal cuenten con un régimen contractual excepcional al del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, aplicarán en desarrollo de su actividad contractual, acorde con su régimen legal especial, los principios de la función administrativa y de la gestión fiscal de que tratan los artículos 209 y 267 de la Constitución Política, respectivamente según sea el caso y estarán sometidas al régimen de inhabilidades e incompatibilidades previsto legalmente para la contratación estatal.

<Inciso adicionado por el artículo 53 de la Ley 2195 de 2022. El nuevo texto es el siguiente:> En desarrollo de los anteriores principios, deberán publicar los documentos relacionados con su actividad contractual en el Sistema Electrónico para la Contratación Pública (SECOP II) o la plataforma transaccional que haga sus veces. Para los efectos de este artículo, se entiende por actividad contractual los documentos, contratos, actos e información generada por oferentes, contratista, contratante, supervisor o interventor, tanto en la etapa precontractual, como en la contractual y la poscontractual.

A partir de la entrada en vigencia de la presente ley, se establecerá un periodo de transición de seis (6) meses, para que las entidades den cumplimiento efectivo a lo aquí establecido.

⁶ Respecto del concepto de Contrato interadministrativo, Colombia Compra Eficiente ha manifestado que:

“En relación con la tipología de convenio interadministrativo, conviene señalar que fue creado en la Ley 80 de 1993, y aunque no lo definió ni desarrolló, el Decreto 1082 de 2015, «Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector administrativo de planeación nacional», califica a los convenios o contratos interadministrativos como aquella contratación entre entidades estatales⁶.

De acuerdo con lo anterior, el contrato o el convenio interadministrativo es el acuerdo donde concurre la voluntad de dos o más personas jurídicas de derecho público con la finalidad de cumplir, en el marco de sus objetivos misionales y sus competencias, con los fines del



persona jurídica que requiere ser creada, se deberá tener en cuenta las autorizaciones requeridas por el Concejo Municipal, así como el respectivo acto de en los términos del numeral 6 del artículo 313 de la Constitución Política de Colombia, en concordancia con el artículo 69 de la Ley 489 de 1998.

Frente al contrato interadministrativo, es de anotar que bajo el tenor del mencionado numeral 4 del artículo 2 de la Ley 1150 de 2007, las obligaciones que surjan del contrato deben tener relación directa con el objeto de la entidad ejecutora señalado en la ley o en sus reglamentos. Al respecto, lo cierto es que este requisito es una natural manifestación de la capacidad limitada de la que gozan las entidades públicas para celebrar contratos. En efecto, las entidades públicas se rigen por el principio de especialidad que limita los actos o contratos que pueden celebrar válidamente. Por lo tanto, en ninguna hipótesis podrán celebrar un contrato con miras a que lo ejecute una entidad que no contempla dentro su objeto social relación directa con las obligaciones que surgirían, en atención a que se desconocería el requisito de capacidad consagrado en el artículo 1502 del Código Civil⁸ y estimado como un requisito habilitante en los términos del artículo 2 de la Ley 1150 de 2007.

Ahora bien, frente a las autorizaciones y actos requeridos para la constitución de una nueva entidad que se encargue de la prestación del servicio de alumbrado público, se debe tener en cuenta que el numeral 6 del artículo 313 de la Constitución Política establece que corresponde a los concejos, tanto crear, a iniciativa del alcalde, establecimientos públicos y empresas industriales o comerciales, como autorizar la constitución de sociedades de economía mixta.

En concordancia con lo anterior, el artículo 69 de la Ley 489 de 1998 dispone que las entidades descentralizadas, en el orden municipal, se crean por acuerdo, o con su autorización, en los siguientes términos:

“ARTICULO 69. CREACION DE LAS ENTIDADES DESCENTRALIZADAS. Las entidades descentralizadas, en el orden nacional, se crean por la ley, en el orden departamental, distrital y municipal, por la ordenanza o el acuerdo, o con su autorización, de conformidad con las disposiciones de la presente ley. El proyecto respectivo deberá acompañarse del estudio demostrativo que justifique la iniciativa, con la observancia de los principios señalados en el artículo 209 de la Constitución Política.” (Subrayado fuera del texto original)

Tanto el numeral 6 del artículo 313 de la Constitución Política, como el artículo 69 de la Ley 489 de 1998, aplican de manera general para todas las entidades descentralizadas, incluyendo las entidades descentralizadas indirectas.

Al respecto, la Sala de Consulta y Servicio Civil del Consejo de Estado, en concepto del 22 de octubre de 2007, mencionó:

Estado. Es decir, los contratos o convenios interadministrativos nominados en la Ley 80 de 1993 están determinados por un criterio orgánico, pues es necesario que los extremos de la relación contractual sean entidades estatales.” ⁷



“(…) Es evidente la intención del legislador de establecer de la manera más precisa cuál es el marco normativo de las entidades descentralizadas y el orden de su aplicación. Y ahonda en el tema de la competencia para la creación de estas entidades por la ley, la ordenanza o el acuerdo, o con su autorización, en los niveles nacional y territorial, cuando en el artículo 69 prevé:

Artículo 69. "Creación de las entidades descentralizadas. Las entidades descentralizadas, en el orden nacional, se crean por la ley, en el orden departamental, distrital y municipal, por la ordenanza o el acuerdo, o con su autorización, de conformidad con las disposiciones de la presente ley. El proyecto respectivo deberá acompañarse del estudio demostrativo que justifique la iniciativa, con la observancia de los principios señalados en el artículo 209126 de la Constitución Política."

Obsérvese que cuando la norma reitera la necesaria intervención del Congreso de la República, las asambleas departamentales y los concejos distritales y municipales, en la creación de las entidades descentralizadas, no excluye a las denominadas indirectas, y no podría hacerlo porque si bien la Constitución Política no las menciona tampoco contiene elementos que fundamenten un régimen diferente o especial; por su parte, el legislador, al desarrollar los numerales 15 y 16 del artículo 189 constitucional, en la ley 489 de 1998, las ubica como parte del capítulo XIII, "entidades descentralizadas", de manera que esta denominación configura un concepto genérico del que forman parte las descentralizadas indirectas. (...)” (Subrayado fuera del texto original)

166

Con esto, se tiene que es necesaria la intervención de los concejos municipales en la creación de las entidades descentralizadas indirectas, traducida está en otorgar su autorización para tales efectos.

En todo caso, si en el acuerdo de creación de una entidad descentralizada del orden municipal se faculta a dicha entidad para constituir subsidiarias, filiales o cualquier otro tipo de organización, esta facultad constituiría la autorización a la que refiere el artículo 69 de la Ley 489 de 1998.

6.2.1.1. Establecimientos públicos

El servicio de alumbrado público se puede prestar a través de una entidad descentralizada del orden territorial como lo son los establecimientos públicos, pues estos por su naturaleza, se encuentran encargados principalmente de atender funciones administrativas y prestar servicios públicos. Los establecimientos públicos se constituyen con bienes o fondos públicos comunes, el producto de impuestos, rentas contractuales, ingresos propios, tasas o contribuciones de destinación especial, tienen autonomía financiera propia, con una persona jurídica independiente de la persona jurídica del municipio y cuentan con autonomía administrativa aunque en todo caso, es de resaltar que la organización interna de los establecimientos públicos, por mandato del artículo 73 de la Ley 489 de 1998, debe contar con un director, gerente o presidente y un Consejo Directivo que deberá ser presidido en cualquier caso por el representante de la entidad territorial, es decir, por el alcalde municipal.



Las funciones generales del Consejo Directivo de los establecimientos públicos son las descritas en el artículo 76 de la Ley 489 de 1998, y las demás que les señalen la ley, el acto de creación y los estatutos, las cuales de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 210 de la Constitución Política, les permiten adoptar los estatutos internos de la entidad y las reformas de conformidad con los actos de creación o reestructuración.

El régimen jurídico de sus actos y contratos es de Derecho público. De conformidad con lo anterior, sus actos se rigen por las normas del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y los contratos se rigen por las normas del Estatuto Contractual de la Administración Pública contenido en la Ley 80 de 1993 y normas posteriores, con lo cual, de optar por este esquema es menester adecuar la actividad contractual a los ritos y procedimientos reglados previstos en las normativas en cita.

Por otro lado, el personal que labora en los establecimientos públicos para el cumplimiento de su objeto social tiene la calidad, por regla general de empleados públicos. Como consecuencia, las incorporaciones del capital humano de los establecimientos públicos se rigen por una relación laboral que se encuentra reglamentada en el ordenamiento jurídico, por lo cual ni su salario, ni sus prestaciones, ni sus condiciones de trabajo son negociables como sucede en los contratos laborales tradicionales. Lo anterior, por cuanto los miembros de su personal tienen la calidad de servidores públicos. La calidad de empleados públicos tiene como excepción a aquellos funcionarios que sean contratados para la construcción y sostenimiento de obras públicas, como sucedería en el caso en que se subcontratara a un tercero para la expansión de la infraestructura del sistema de alumbrado público. Sin embargo, este segundo escenario es excepcional y, en todo caso, la Corte Constitucional ha manifestado tajantemente que los establecimientos públicos no tienen la facultad de decidir cuáles funcionarios se calificarán como empleados públicos y cuáles como trabajadores oficiales⁷. Todo lo anterior se encuentra previsto en el artículo 5° del Decreto Ley 3135 de 1968.

167

6.2.1.2. Empresas Industriales y Comerciales del Estado

Las Empresas Industriales y Comerciales del Estado se encuentran definidas en el artículo 85 de la Ley 489 de 1998, de la siguiente manera:

“ARTICULO 85. EMPRESAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES DEL ESTADO. Las empresas industriales y comerciales del Estado son organismos creados por la ley o autorizados por ésta, que desarrollan actividades de naturaleza industrial o comercial y de gestión económica conforme a las reglas del Derecho Privado, salvo las excepciones que consagra la ley, y que reúnen las siguientes características:

a) Personería jurídica;

b) Autonomía administrativa y financiera;

⁷ Corte Constitucional, Sentencia C 484 de 1995. M.P. Fabio Morón Díaz



c) Capital independiente, constituido totalmente con bienes o fondos públicos comunes, los productos de ellos, o el rendimiento de tasas que perciban por las funciones o servicios, y contribuciones de destinación especial en los casos autorizados por la Constitución.

El capital de las empresas industriales y comerciales del Estado podrá estar representado en cuotas o acciones de igual valor nominal.

A las empresas industriales y comerciales del Estado y a las sociedades de economía mixta se les aplicará en lo pertinente los artículos 19, numerales 2o., 4o., 5o., 6o., 12, 13, 17, 27, numerales 2o., 3o., 4o., 5o., y 7o., y 183 de la Ley 142 de 1994.

PARAGRAFO. Las disposiciones legales que protegen el secreto industrial y la información comercial se aplicarán a aquellos secretos e informaciones de esa naturaleza que desarrollen y posean las empresas industriales y comerciales del Estado.”

Lo anterior traducido en el ámbito territorial indica que las Empresas Industriales y Comerciales del Estado son organismos creados por un acuerdo municipal del Concejo municipal o autorizados por este, a iniciativa del alcalde municipal. Su característica principal es que tiene por propósito desarrollar actividades de naturaleza industrial o comercial y de gestión económica, las cuales –valga precisar- corresponden con la naturaleza de las actividades propias del servicio de alumbrado público. Además, se constituye únicamente con capital de naturaleza pública.

168

Tal y como sucede con los establecimientos públicos, tienen personería jurídica propia, gozan de autonomía administrativa y de autonomía financiera. Sobre esto último, no obstante, es sumamente relevante precisar que la Ley 489 de 1998 limita la autonomía financiera de los establecimientos públicos de la siguiente manera:

“ARTICULO 86. AUTONOMIA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA. La autonomía administrativa y financiera de las empresas industriales y comerciales del Estado se ejercerá conforme a los actos que las rigen; en el cumplimiento de sus actividades, se ceñirán a la ley o norma que las creó o autorizó y a sus estatutos internos; no podrán destinar cualquier parte de sus bienes o recursos para fines diferentes de los contemplados en la ley o en sus estatutos internos; además de las actividades o actos allí previstos, podrán desarrollar y ejecutar todos aquellos que sean necesarios para el cumplimiento del objeto asignado.” (Énfasis propio)

Asimismo, al igual que los establecimientos públicos, el órgano directivo de las Empresas Industriales y Comerciales del Estado debe estar presidido por el Alcalde municipal y, por mandato de la Ley, debe contar con un Gerente o Presidente, por demás, de libre nombramiento y remoción del Alcalde municipal⁸.

⁸ Artículo 91, Ley 489 de 1998



Ahora bien, a diferencia de lo que sucede con los establecimientos públicos, el régimen jurídico de sus actos por regla general, es de Derecho Privado siempre que se trate de actos unilaterales relacionados con el desarrollo de la actividad industrial o comercial o de gestión económica respectiva. Sus contratos, por regla general se rigen por el Derecho Público, no obstante, para el caso de “*actividades comerciales en competencia con el sector privado y/o público*”⁹, como sucede en el caso del servicio de alumbrado público, se rigen por el Derecho privado.

6.2.1.3. Empresa de servicios públicos mixta

Es posible optar por prestación del servicio de alumbrado público por una empresa de servicios públicos mixta en que, si bien el municipio es el responsable de su creación y hace parte de su órgano directivo, la prestación se materializa en una persona jurídica distinta del municipio.

El artículo 2.2.3.6.1.2. del Decreto 1073 de 2015 (modificado por el artículo 4º del Decreto 943 de 2018) señala expresamente que los municipios o distritos podrán prestar el servicio de alumbrado público a través de empresas de servicios públicos domiciliarios.

Al respecto, es importante recordar que las empresas de servicios públicos domiciliarios- ESP- son sociedades por acciones (pueden ser Sociedades Anónimas, Sociedades en Comandita por Acciones e, idealmente por su flexibilidad, Sociedades por Acciones Simplificadas S.A.S.) cuyo objeto es la prestación de los servicios públicos a que se refiere el artículo 1 de la Ley 142 de 1994. Estas empresas se clasifican de conformidad con la participación social que sobre estas tengan la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquellas o estas, tal como se establece en las siguientes definiciones que se encuentran en el artículo 14 de la mencionada Ley 142:

“(…) 14.5. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS OFICIAL. Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o estas tienen el 100% de los aportes.

14.6. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS MIXTA. Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o éstas tienen aportes iguales o superiores al 50%.

14.7. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS PRIVADA. Es aquella cuyo capital pertenece mayoritariamente a particulares, o a entidades surgidas de convenios internacionales que deseen someterse íntegramente para estos efectos a las reglas a las que se someten los particulares. (...)”
(Subrayado fuera del texto original)

Tradicionalmente, las empresas de servicios públicos domiciliarios que hacen parte de las entidades descentralizadas por servicios en cualquier orden (Nacional, Departamental o Territorial) son las empresas de servicios públicos oficiales, las cuales fueron citadas expresamente por el artículo 68 de la Ley 489 de 1998. No obstante, la Corte Constitucional ha

⁹ Artículo 93, Ley 1474 de 2011



mencionado claramente que las empresas de servicios públicos mixtas también hacen parte del sector descentralizado por servicios, en la medida que estas entidades son creadas por la Ley o su autorización⁹

Se debe recordar que las entidades descentralizadas del orden territorial, a su vez, pueden constituir las denominadas entidades descentralizadas indirectas o de segundo grado. Respecto de la posibilidad de constituir por parte de las entidades descentralizadas, Empresas de Servicios públicos de segundo grado, el párrafo del artículo 18 de la Ley 142 de 1993¹⁰, expresamente estableció la posibilidad de que cualquier persona jurídica hiciera inversiones en Empresas de Servicio Públicos Domiciliarios. En palabras del Consejo de Estado:

De otro lado, la disposición consignada en el párrafo es amplia, pues faculta a todas las personas jurídicas, es decir, estatales o privadas, comerciales o sin ánimo de lucro, sin tener en consideración su objeto social, a invertir en empresas de servicios públicos, de donde se desprende que contiene también una autorización legal a las entidades estatales y por ende, a las empresas de servicios públicos oficiales y mixtas y a las empresas industriales y comerciales del Estado, prestadoras de servicios públicos para invertir en otras empresas de servicios públicos.¹¹

Las ESP mixtas son aquellas en las que el Estado, en cualquiera de sus acepciones (Nación, entes territoriales, entidades descentralizadas, etc.), participa en el cincuenta por ciento (50%) o más del capital social de la Empresa. Dicha participación del Estado puede darse a través de cualquiera de las modalidades de aportes contemplados en el artículo 463 del Código de Comercio Colombiano, tales como, ventajas financieras o fiscales, garantía de las obligaciones de la sociedad, suscripción de los bonos que la sociedad emita, auxilios especiales, concesiones, y aportes materiales de bienes y/o derechos materiales o inmateriales, entre otros tipos de aporte.

170

En cuanto al régimen contractual propio de las ESP mixtas, este se encuentra contemplado en la Ley 142 de 1994. Dicha Ley establece, en los incisos 1° y 2° de su artículo 32, lo siguiente:

“ARTÍCULO 32. RÉGIMEN DE DERECHO PRIVADO PARA LOS ACTOS DE LAS EMPRESAS. Salvo en cuanto la Constitución Política o esta Ley dispongan expresamente lo contrario, la constitución, y los actos de todas las empresas de servicios públicos, así como los requeridos para la administración y el ejercicio de los derechos de todas las personas que sean socias de ellas, en lo no dispuesto en esta Ley, se regirán exclusivamente por las reglas del derecho privado.

La regla precedente se aplicará, inclusive, a las sociedades en las que las entidades públicas sean parte, sin atender al porcentaje que sus aportes representen dentro del capital social, ni a la naturaleza del acto o del derecho que se ejerce.”

De esta manera, queda claro que el legislador dispuso como regla general que toda ESP, sin importar la participación que el Estado tenga sobre la misma, se someterá en sus actos y



contratos a las reglas del derecho privado. Lo anterior, siempre y cuando la Ley no disponga lo contrario.

El control fiscal de las ESP mixtas, por su parte, se realiza de conformidad con el artículo 50 de la Ley 142 de 1994, según el cual *“El control de las empresas de servicios públicos domiciliarios con participación estatal se ejercerá sobre los aportes y los actos o contratos que versen sobre las gestiones del Estado en su calidad de accionista.”*

Al respecto, vale la pena anotar que si el porcentaje de participación estatal es inferior al noventa por ciento (90%) de las acciones en que se divida el capital, el régimen presupuestal de la Empresa también será privatista, dado lo que al respecto dispone el Decreto Ley 115 de 1996, en asocio con el parágrafo primero del artículo 38 de la Ley 489 de 1998 y el artículo 464 del Código de Comercio.

Finalmente, es importante anotar que, a pesar de que las empresas de servicios públicos mixtas se caracterizan por tener algún porcentaje de capital social del Estado, como ocurre con las sociedades de economía mixta, estas entidades son diferentes. Particularmente, la Corte Constitucional ha estimado que la *“(…) naturaleza y el régimen jurídico especial de la prestación de los servicios públicos dispuesto por el constituyente en el artículo 365 de la Carta impiden considerar que las empresas de servicios públicos constituidas bajo la forma de sociedades por acciones, en las cuales concurren en cualquier proporción el capital público y el privado, sean “sociedades de economía mixta” (...)”*.

171

Es preciso anotar que, la creación de este tipo de entidades debe estar precedidas de un estudio demostrativo de su viabilidad técnica, financiera y jurídica, tal y como lo dispone el artículo 69 de la Ley 489 de 1998, veamos:

Las entidades descentralizadas, en el orden nacional, se crean por la ley, en el orden departamental, distrital y municipal, por la ordenanza o el acuerdo, o con su autorización, de conformidad con las disposiciones de la presente Ley. El proyecto respectivo deberá acompañarse del estudio demostrativo que justifique la iniciativa, con la observancia de los principios señalados en el artículo 209 de la Constitución Política.

Al respecto, el Honorable Consejo de Estado ha indicado en reciente concepto No. 2496 de 2023, que:

“De las normas citadas, se infiere que las condiciones básicas para la participación del Estado en una sociedad de economía mixta deben quedar establecidas desde la misma ley, ordenanza o acuerdo (en el caso de las sociedades de nivel territorial) que autorice su creación, y deben reflejarse, igualmente, en el respectivo acto de constitución (escritura pública o documento privado, según el tipo de sociedad).

Estas condiciones, a juicio de la Sala, deben incluir, según las normas citadas: i) el tipo de entidad de que se trate (en este caso, una sociedad de economía mixta); ii) el orden al cual pertenecerá (nacional, departamental, distrital o municipal); iii) su objeto y fines generales; iv) la entidad o entidades públicas autorizadas para participar en su constitución; v) el grado de participación que dichas entidades tendrán, inicialmente en el capital social; vi) el valor y el tipo de aportes



que pueden realizar, así como la fuente de los recursos, y vii) el organismo administrativo del sector central al cual estará vinculada.

Todos estos aspectos de las entidades descentralizadas que vayan a crearse o autorizarse, tanto en el caso de las que son creadas directamente por el Congreso de la República, las asambleas y los concejos, como en el de aquellas cuya constitución puede ser autorizada por tales corporaciones, deben quedar previstos claramente en el proyecto de ley, de ordenanza o de acuerdo correspondiente.

Lo anterior permite deducir, a su vez, que el “documento justificativo” de la iniciativa, que el Ejecutivo debe presentar ante las mismas corporaciones de elección popular, ha de incluir una explicación detallada de estas características y condiciones, junto con los hechos, los datos, las normas y los argumentos que las justifiquen o fundamenten, desde el punto de vista jurídico, técnico, financiero y administrativo.”

(...)

Por lo tanto, lo que busca la ley con el “estudio demostrativo” es evitar que la decisión de crear una entidad de esta clase sea fruto del afán, la improvisación, la ligereza, la coyuntura política o el capricho del gobernante de turno, y lograr que constituya, por el contrario, una decisión debidamente razonada, evaluada en todos sus aspectos (jurídicos, financiero, técnico, administrativo y ambiental, entre otros), sustentada, ponderada en todas sus implicaciones y planificada. (Subrayado por fuera del texto original).

172

Así las cosas, a este tipo de entidades se les debe dotar de una estructura organizacional y planta de personal para la atención de las funciones que le sean asignadas, lo que implica que en el mencionado Estudio Demostrativo se analice el costo de ello y la fuente de los recursos que financiarán la operación de la Entidad.

6.2.1.4. Sociedad de economía mixta

Es posible optar por la prestación del servicio de alumbrado pública por medio de una sociedad de economía mixta que es un ente descentralizado, con personería jurídica propia y autonomía administrativa y financiera, que en todo caso se diferencian de las empresas de servicios públicos mixta.

De conformidad con el artículo 97 de la Ley 489 de 1998 “Las sociedades de economía mixta son organismos autorizados por la ley, constituidos bajo la forma de sociedades comerciales con aportes estatales y de capital privado, que desarrollan actividades de naturaleza industrial o comercial conforme a las reglas de Derecho Privado, salvo las excepciones que consagra la ley. (...)”.

Por su parte, el artículo 461 del Código de Comercio señala que “son de economía mixta las sociedades comerciales que se constituyen con aportes estatales y de capital privado. Las sociedades de economía mixta se sujetan a las reglas del derecho privado y a la jurisdicción ordinaria, salvo disposición legal en contrario”.



En ese sentido, las sociedades de economía mixta se caracterizan por (i) tener aportes estatales y de carácter privado, (ii) desarrollar actividades de naturaleza industrial o comercial, y (iii) por regirse por el derecho privado, salvo disposición legal en contrario.

Para efectos de la prestación del servicio de alumbrado público, la figura que permitiría la descentralización del servicio es aquella en la cual la sociedad de economía mixta tiene una participación accionaria de la entidad pública superior al cincuenta por ciento (50%) y un socio estratégico con una participación menor al cincuenta por ciento (50%), pues esta estructura de capital permite que la empresa creada pueda considerarse como entidad pública, a la luz de lo dispuesto en el artículo 2 de la Ley 80 de 1993.

Un asunto por resaltar consiste en que la Entidad descentralizada que prestaría el servicio de alumbrado público correspondería a aquellas denominadas indirectas o de segundo grado, es decir las que surgen de la voluntad asociativa de la entidad descentralizada.

Es importante anotar que, en el objeto de la sociedad, a diferencia de lo que ocurre con las empresas de servicios públicos mixtas, no deberá mencionar la prestación de algún servicio público domiciliario de los que trata el artículo 1 de la Ley 142 de 1994, más si deberá incluirse de manera expresa aquellas actividades atinentes a la modernización del Sistema de Alumbrado Público.

En cuanto a los aportes estatales, si aplicará el mismo el artículo 463 del Estatuto Mercantil que menciona que *“En las sociedades de economía mixta los aportes estatales podrán consistir, entre otros, en ventajas financieras o fiscales, garantía de las obligaciones de la sociedad o suscripción de los bonos que la misma emita, auxilios especiales, etc. El Estado también podrá aportar concesiones”*.

173

Finalmente, es preciso indicar que, tal y como ocurre con las Empresas de Servicios Públicos Mixtas, a este tipo de entidades se les debe dotar de una estructura organizacional y planta de personal para la atención de las funciones que le sean asignadas, lo que implica que en el mencionado Estudio Demostrativo se analice el costo de ello y la fuente de los recursos que financiarán la operación de la Entidad.

6.2.1.5. Prestación por una persona jurídica de derecho privado

Previamente hemos descrito en términos generales las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público por personas jurídicas distintas del municipio, que tienen la naturaleza jurídica de entidades estatales o de derecho público. Sin embargo, también es posible optar por un esquema de prestación con personas jurídicas distintas del municipio cuya naturaleza jurídica es de Derecho privado. Lo anterior se puede realizar por medio de diferentes modalidades contractuales, que, en cada caso particular, deben adaptarse al régimen de contratación del municipio quien actuaría en cualquier caso como contratante. La modalidad contractual mayormente empleada es el contrato de concesión.



6.2.1.6. Concesión

El Contrato de Concesión contemplado en el numeral cuarto (4°) del artículo 32 de la Ley 80 del año 1993 como un mecanismo por medio del cual se transfiere de manera temporal a un particular la administración, operación, gestión y/o explotación de una obra pública o un servicio público, se estima como un instrumento viable para la prestación del servicio de Alumbrado Público, no solo porque este es el mecanismo que por antonomasia traslada a los particulares este tipo de funciones, sino también por las características que definen a este mecanismo, las cuales lo hacen beneficioso para la Entidad Estatal.

En efecto, sea lo primero recordar que el artículo 32 de la Ley 80 del año 1993 define a la concesión como aquel contrato por medio del cual, una Entidad Estatal le otorga a un Concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial de un servicio público, así como la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, trasladando también a este la realización de todas aquellas actividades necesarias para la prestación adecuada del servicio público.

Así se desprende de la lectura del mencionado artículo, cuyo tenor literal dicta lo siguiente:

Son contratos de concesión los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden.

174

Por supuesto, el Concesionario debe ser remunerado por la realización del cumulo de actividades a las cuales se compromete en favor de la Entidad Estatal y en el marco de la prestación del servicio público, para lo cual se le pueden otorgar tarifas, tasas, una participación en la explotación del bien o servicio, e inclusive el pago de sumas de dinero directamente por parte de la Entidad Estatal, ya sean estas de manera periódica, única, porcentual, entre otras modalidades de remuneración.

Con esto, una primera característica que vale la pena resaltar, es que el Concesionario asume la carga y riesgo de gestionar y prestar el servicio público que le es encomendado, para lo cual, sustituye la posición que inicialmente tendría la Entidad Estatal como responsable del servicio, mientras que la Entidad conserva a su cargo el deber ya no de prestar el servicio, sino de ejercer una adecuada vigilancia y seguimiento a la prestación de este, lo cual puede hacer mediante diversas alternativas o modalidades.

Ciertamente, esto ha sido destacado por el Honorable Consejo de Estado, quien al definir las características de los Contrato de Concesión que tienen por objeto la prestación de servicios



públicos lo hace bajo una óptica de integralidad, considerando que es el Concesionario quien asume todas las actividades para la prestación continua y eficiente del servicio. Particularmente, el Consejo de Estado ha indicado que son características de estos contratos, las siguientes:

“i) su celebración por parte de una entidad estatal, que actúa con carácter de concedente y por una persona natural o jurídica que toma el nombre de concesionario, ii) es el concesionario quien asume la gestión y riesgo de un servicio que corresponde al Estado sustituyendo a éste en el cumplimiento de dicha carga, iii) la entidad estatal mantiene durante la ejecución del contrato la inspección, vigilancia y control de la labor a ejecutar por parte del concesionario, iv) el concesionario recibe una remuneración o contraprestación, la cual se pacta, de diversas maneras (tasas, tarifas, derechos, participación en la explotación del bien, entre otros)”¹⁰. (Énfasis propio)

Es decir, que el Contrato de Concesión le permite a la Entidad Estatal encomendar a un tercero denominado “Concesionario” la prestación integral de un servicio público, a cambio de una remuneración, pero asumiendo el Concesionario la gestión total del servicio, así como los riesgos y responsabilidades que se deriven por su prestación.

Con esto, no en vano ha dicho el Honorable Consejo de Estado que el Contrato de Concesión le permite a las Entidades Estatales materializar los principios de economía y eficiencia de la función administrativa, dado que permite a la administración la explotación de bienes y servicios públicos, manteniendo su titularidad, control y vigilancia, veamos:

175

“Ahora bien, el contrato de concesión surge como desarrollo de los principios de economía y eficiencia que deben orientar a la función administrativa y que suponen que la Administración debe adoptar las medidas tendientes a la utilización de la menor cantidad de recursos para el desarrollo de la función pública a su cargo”¹¹

Por supuesto, vale la pena elaborar un poco más acerca de la transferencia de riesgos por parte de la Entidad Estatal al Concesionario, dado que, contrario a lo que ocurre en otras modalidades de vinculación de contratistas de la administración, en el marco del Contrato de Concesión la Entidad traslada al Concesionario todos los riesgos derivados de la actividad, al asumir el Concesionario la gestión integral del servicio o actividad que se le encomienda. Al respecto, el Honorable Consejo de Estado ha indicado que:

“El concesionario, quien es el operador del servicio, asume todos los riesgos derivados de la actividad, ello conlleva el deber de reparar los daños que se generen como consecuencias de las fallas que puedan llegar a presentarse”¹² (Subrayado por fuera del texto original).

¹⁰ Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, Sentencia de 27 de marzo de 2014, exp. 26939.

¹¹ Consejo de Estado. Sala de lo Contencioso Administrativo. Sección Cuarta. Sentencia del 11 de junio de 2014. Radicación número: 25000-23-27-000-2010- 00156-01(18661).

¹² Consejo de Estado. SCA. S.3. Sentencia del 14 de julio de 2016. Radicación número: 25000-23- 26-000-2000-01902-01(36198)



Sobre este particular, con más precisión aún, el Honorable Consejo de Estado ha tenido a bien ampliar la noción de esta característica de los Contratos de Concesión para indicar que esta característica particular es el elemento diferenciador esencial entre el Contrato de Concesión y las demás modalidades o tipologías contractuales:

“[u]na característica que diferencia el contrato de concesión de los demás contratos es el relacionado con la obligación que tiene el concesionario de asumir la ejecución del objeto de la concesión por su propia cuenta y riesgo [...] ello significa que deberá disponer de y/o conseguir los recursos financieros requeridos para la ejecución de la obra o la prestación del servicio, razón por la cual ha de tener derecho a las utilidades, en igual sentido, deberá asumir las pérdidas derivadas de la gestión del bien, de la actividad o del servicio concesionado e, igualmente, tiene la responsabilidad de retribuir al Estado la explotación que realiza de un bien de propiedad de éste o de un servicio cuya prestación normativamente ha sido asignada a una entidad estatal, con una contraprestación económica; tal consideración es la que permite distinguir, con mayor claridad, la naturaleza jurídica o la función económico social del contrato de concesión, respecto de la de otros tipos contractuales, como la ha expresado la jurisprudencia¹³”

Así las cosas, la actuación por cuenta y riesgo del Concesionario implica, además del derecho que este tiene a percibir una remuneración por la prestación y gestión del servicio, la obligación o carga de asumir las eficiencias e ineficiencias del negocio que estén dentro de su órbita de control, lo cual conlleva hacerse cargo de las pérdidas, a menos que estas surjan con ocasión de un evento externo a las partes o proveniente de la Entidad Estatal.

176

Entendido lo anterior, el Contrato de Concesión implica la asunción de un riesgo operacional por parte del Concesionario, de tal manera que, la percepción de una utilidad o beneficio económico derivado del negocio dependerá de lo eficiente o ineficiente que sea la operación del Concesionario. Así lo ha entendido el Honorable Consejo de Estado al señalar que:

“[...]característica de estos contratos, derivada de su derecho a la explotación económica comprende la transferencia al contratista de un riesgo operacional de carácter económico que supone que su mayor o menor eficiencia permitirá recuperar las inversiones realizadas y el respectivo margen de utilidad.

Esta característica de los contratos de APP incluidas las concesiones, muestra sus diferencias con otros tipos de contratos, en especial, con el contrato de obra.

[...]

El riesgo operacional comprende los riesgos derivados de los ingresos que se reciban por la explotación económica en condiciones normales.

En el mismo sentido, la doctrina comparada ha reiterado como requisito de estos contratos la asunción del riesgo por el contratista. Los considerandos y siguientes de la Directiva DC de la Unión Europea, señalan que la característica principal de una

¹³ Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, Sentencia de 27 de marzo de 2014, exp. 26939.



concesión, el derecho de explotación económica, implica siempre la transferencia al contratista del riesgo operacional de carácter económico que supone la posibilidad de que no recupere las inversiones realizadas y los costos incurridos para la explotación del proyecto, en condiciones normales de funcionamiento.

Se podría agregar la posibilidad de que obtenga rendimientos y utilidades superiores a las estimadas, en las condiciones normales previstas.

Aunque no es posible eliminar este riesgo, pues desconfiguraría la naturaleza del contrato si se establece una garantía de pago de las inversiones realizadas, corresponderá al análisis de la entidad determinar en cada contrato y según la naturaleza del proyecto, los posibles límites al riesgo operacional del contratista y las eventuales compensaciones por situaciones tasadas y reguladas en el contrato.

Finalmente, la exigencia de la explotación económica y la transferencia del riesgo operacional en la explotación abarcan el riesgo de demanda y/o el de suministro¹⁴. (Subrayado por fuera del texto original).

Claro está que, tratándose de un servicio público a cargo de los municipio y distritos, en el cual no le es posible a los usuarios elegir libremente a un prestador, el riesgo de demanda mencionado por el Honorable Consejo de Estado desaparece, pero la transferencia del riesgo operacional al Concesionario perdura y esta imbuída en todo Contrato de Concesión.

177

Por otra parte, también debe destacarse que, bajo esta modalidad la Entidad Estatal conserva las competencias y facultades necesarias para ejercer la vigilancia y control a la prestación del servicio, dado que, si bien el riesgo operacional se traslada al Concesionario, la responsabilidad por la adecuada prestación del servicio sigue estando en cabeza de la Entidad. Esto, tomando en consideración que, a la luz del artículo 365 de la Constitución política de Colombia, la Concesión de servicios público se entiende como un esquema de prestación indirecto, y se deja a cargo de la Entidad Estatal la regulación, control y vigilancia de los servicios, veamos:

Artículo 365. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. (Subrayado por fuera del texto original).

Es por esto, que se ha concluido por parte del Honorable Consejo de Estado que, el Contrato de Concesión de servicios públicos es una forma de intervención del Estado en la economía, el cual busca contribuir a la correcta prestación de los servicios y la satisfacción de las necesidades colectivas, motivo por el cual, el Estado siempre tendrá la obligación de vigilar la prestación de los servicios, con independencia del esquema que adopte para su desarrollo, veamos:

¹⁴ Consejo de Estado. Sala de Consulta y Servicio Civil. Concepto del 1 de julio de 2020. Radicación interna: 2433.



“De conformidad con las disposiciones citadas, el contrato de concesión de servicios públicos tiene como objetivo contribuir a la correcta prestación de estos para satisfacer las necesidades colectivas. Así las cosas, al Estado le corresponde definir, dentro de las políticas públicas, si los prestará de manera directa o indirecta, a efectos de garantizar en mejor forma la continuidad del servicio, en condiciones de eficacia y eficiencia, para la satisfacción del interés general. Lo anterior, sin perjuicio de mantener en todo caso la regulación, control y vigilancia de dichos servicios, dada la titularidad que mantiene sobre estos y el deber que le asiste de proteger los derechos de los usuarios¹⁵”

Finalmente, debe destacarse del Contrato de Concesión que, este es un mecanismo útil de vinculación de capital privado, por cuanto, en su marco obligacional suele incluirse la realización de inversiones necesarias para construir, mejorar, ampliar o sustituir en todo o parte la infraestructura por medio de la cual se prestan servicios públicos, la cual siempre debe retornar al dominio y tenencia de la Entidad Estatal en virtud de la cláusula de reversión que se entiende incluida en todos los Contratos de Concesión. Esto, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 19 de la Ley 80 de 1993, la dispone que:

“En los contratos de explotación o concesión de bienes estatales se pactará que, al finalizar el término de la explotación o concesión, los elementos y bienes directamente afectados a la misma pasen a ser propiedad de la entidad contratante, sin que por ello ésta deba efectuar compensación alguna.”

Con esto, tenemos que, la reversión constituye un elemento esencial en los Contratos de Concesión, y conlleva que la infraestructura construida, ampliada y/o mejorada por el Concesionario regrese a la tenencia y control de la Entidad Estatal, sin que ello implique erogaciones adicionales a las establecidas en el Contrato y la regulación a cargo de la Entidad.

178

Es decir, la prestación de servicios públicos domiciliarios y no domiciliarios mediante un esquema de Concesión implica grandes beneficios para la Entidad Estatal, toda vez que, a cambio de una remuneración se traslada al Concesionario la gestión y atención integral del servicio, así como los riesgos aparejados a ello. De igual forma, las Concesiones permiten a las Entidades Estatales obtener la reposición, ampliación, modernización e inclusive en algunos casos la construcción de la infraestructura necesaria para la prestación del servicio, pasando esta a ser propiedad de las Entidades Estatales una vez finalizan las Concesiones, en virtud de la cláusula de reversión que se encuentre imbuida en este tipo de esquemas.

6.3. Análisis DOFA de cada alternativa de prestación en el contexto del municipio

Teniendo en cuenta lo expuesto, es necesario analizar cuáles podrían ser las posibles debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de cada alternativa contractual en caso de que el municipio optara por cada una de estas. Lo anterior se realizará bajo la metodología de análisis DOFA, en virtud de la cual se podría definir cuál es el esquema con mayores oportunidades en el caso en concreto y se podrá identificar en el [Anexo I](#).

¹⁵ Consejo de Estado, Sala de Consulta y Servicio Civil. Concepto No. 2473 del 16 de febrero de 2022.



7. Determinación de costos máximos para la prestación del servicio de alumbrado público según la Resolución CREG 101 013 de 2022

En el presente capítulo del documento se presentará la determinación de costos conforme al marco regulatorio, teniendo en cuenta toda la información aportada por el municipio y descrita en el presente estudio, tanto en la situación actual de la prestación del servicio como en las necesidades de modernización y expansión de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público a tecnología LED.

7.1. Determinación de costos del esquema financiero de Alumbrado Público

La metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 establece un mecanismo para determinar los costos máximos del suministro de Energía Eléctrica (CSEE), costo máximo para remunerar la Inversión (CINV), los costos de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Otros Costos (COTR), independientemente del esquema empresarial para la prestación del servicio de alumbrado público.

179

Para desarrollar la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, se tiene en cuenta lo siguiente:

- Unidades Constructivas de Alumbrado Público – UCAP.
- Vida útil de los elementos instalados.
- Valorar las inversiones a realizar en la modernización del sistema de alumbrado público, para calcular el costo máximo de la actividad de Inversión (CINV).
- Valorar a precios de nuevo y puestos en operación de toda la Infraestructura instalada, para calcular los costos de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM).
- Determinar el costo máximo de la actividad del suministro de Energía Eléctrica (CSEE).
- Determinar los otros costos que se generan en la prestación del servicio (COTR).
- Cronograma de modernización, administración, operación y mantenimiento.

De esta manera, se presenta a continuación el cálculo de los costos totales y por actividad de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el Municipio para un mes tipo:

INGRESOS		\$ 212.155.824
----------	--	----------------



Impuesto AP	*	\$ 212.155.824
EGRESOS		\$ 160.114.727
Energía		\$ 148.723.588
Interventoría	4%	\$ 9.759.054
Fiducia	1SMMLV	\$ 1.632.085
Pagos operador		\$ 31.433.101
CAOM		\$ 31.146.668
Costos ambientales	1%	\$ 286.433
CINV	**	\$ 108.635.761
Saldo del ejercicio		\$ 20.607.996

Tabla 54. Costos totales y por actividad para un mes tipo

* El valor indicado en la tabla corresponde al recaudo del impuesto de alumbrado público del primer trimestre de 2024.

**Se calcula el costo de CINV sin embargo no se suma en los egresos, teniendo en cuenta que actualmente los costos de las inversiones planteadas no se han ejecutado.

180

El ejercicio mensual muestra que los ingresos actuales son suficientes para la prestación actual del servicio, sin embargo, este comportamiento no incluye los costos de inversión.

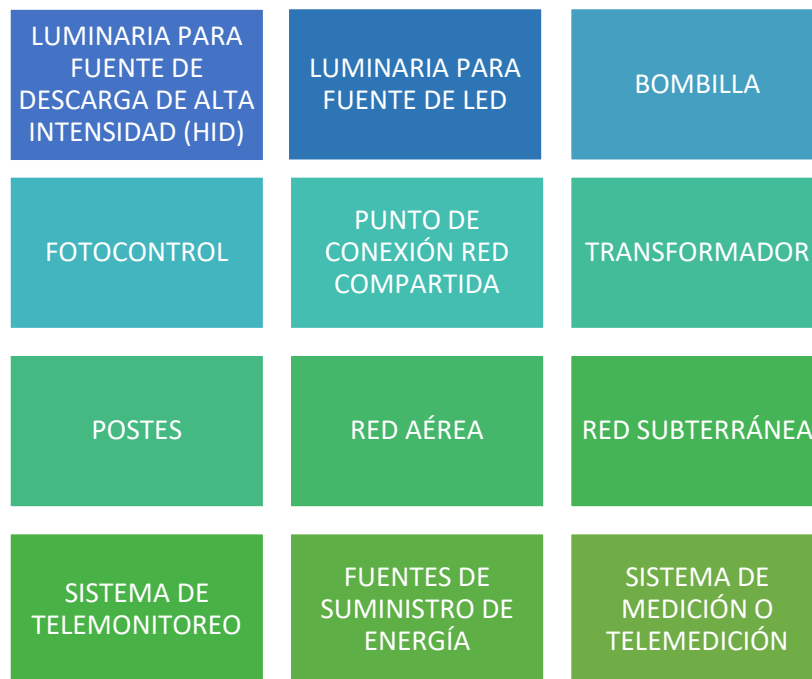
En este sentido, a continuación, se determinan los costos a detalle de acuerdo con la metodología.

7.1.1. Costos de las unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público

Las Unidades Constructivas de Alumbrado Público se definen en la Resolución CREG 101 013 de 2022, como el conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas, establece los equipos y accesorios necesarios que deben contener las UCAP para la prestación del servicio con los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Minas y Energía, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente en especial en el componente de seguridad.

Los principales grupos de unidades constructivas del servicio de alumbrado público son los siguientes:



Esquema 3. Unidades constructivas de Alumbrado Público

181

En línea con la Resolución 101 013 de 2022, se establece la metodología para determinar las Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público – UCAP, que integran los activos eléctricos del Servicio. En este sentido, el costo total de cada Unidad Constructiva de Alumbrado Público se compone de lo siguiente:



Esquema 4. Componentes del costo total de las unidades constructivas de alumbrado público Res. CREG 101 013 de 2022



- **Costo del suministro en sitio del elemento:** corresponde al Suministro de los diferentes materiales que incluye la UCAP. Los materiales deben contar con certificación RETIE y/o RETILAP según corresponda, sumado al costo de transporte desde el sitio del proveedor a la bodega de prestador del servicio y hasta el sitio de instalación.
- **Costo de la Obra Civil:** costo de obra civil para las UCAP que corresponda, ejemplo, obras para la instalación de postes, canalizaciones, cámaras de inspección.
- **Costo del Montaje:** En este costo incluye varias actividades, entre otras: Costo de mano de obra especializada y no especializada, (profesionales, tecnólogos, técnicos y ayudantes según la composición de las cuadrillas), desmonte de la infraestructura existentes y transporte hasta el punto de acopio, de la infraestructura que va a ser modernizada por la correcta instalación de las nuevas UCAP. Instalación de nuevas UCAP. Incluye el costo de prestaciones sociales de ley e implementos de seguridad industrial y salud en el trabajo.

Adicionalmente, se cuantifica el costo de las herramientas a utilizar, vida útil y su utilización en la actividad de la obra a ejecutar (modernización).

En cuanto al transporte se incluyen los costos de grúa, camioneta, camión mediano o medios de transporte necesarios para la correcta instalación de las UCAP.

- **Costo de Ingeniería:** Remuneración por concepto de la actividad de ingeniería, y que corresponde sin limitarse a la elaboración de ingeniería conceptual, diseños básicos e ingeniería de detalle.
- **Costo de la Administración de obra:** Costo de las actividades de administración de la obra que consiste en la modernización del sistema.
- **Costo de los inspectores de obra:** Corresponde a las diferentes actividades a desarrollar por la empresa.
- **Costo de la interventoría de obra:** Esta interventoría (supervisión) corresponde a una interventoría técnica, una actividad en la cual la entidad que realiza la modernización ejecuta o contrata una interventoría-supervisión interna para asegura que la ejecución de las obras se realiza con toda la calidad y garantía de una actividad bien ejecutada, cumpliendo con las normas técnicas vigentes en Colombia y que se relacionan con el alumbrado público.
La interventoría-supervisión, que hace parte de los costos de la UCAP es diferente a la interventoría que se realiza a la prestación del servicio de alumbrado público.
- **Costos de RETIE y RETILAP:** Las certificaciones RETIE y RETILAP son un requisito fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia de las instalaciones eléctricas y del SALP. El precio de la certificación RETIE y RETILAP puede variar dependiendo de varios factores, entre los cuales se incluyen Tamaño y complejidad del proyecto.



- **Costos financieros:** Es el costo que se reconoce en la UCAP el cual remunera el costo de capital durante la construcción de un proyecto.
- **Costos ambientales:** Los costos ambientales se reconocen cuando se causen y son tenidos en cuenta en el flujo de fondos y no en la UCAP.

Los costos de las UCAP se estructuraron en el presente estudio para determinar un modelo financiero, modernizando todo el sistema de alumbrado público. Lo anterior se presenta por lo siguiente:

- Las UCAP mantienen el precio durante la vida útil del activo; es decir en el momento en que el municipio adopte el modelo financiero, se ajusta a la metodología de la Resolución CREG 101 013 de 2022.
- Los precios de las luminarias de sodio, halogenuros y fluorescentes han disminuido su precio actualmente en comparación a los años anteriores.
- Las luminarias LED por los avances tecnológicos han aumentado la eficacia (lm/w) y el precio ha disminuido, aunque en los dos (2) últimos años por la inflación y factores de mercado (TRM) los precios han subido.

Las unidades constructivas que conformarán el Sistema de Alumbrado Público para el proyecto de modernización, expansión y repotenciación en el municipio de Paipa y los costos de cada una se presentan en la siguiente tabla:

183

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	TOTAL COSTO UCAP
LUMINARIA	Luminaria Led 5w	\$ 557.292,00
LUMINARIA	Luminaria Led 20w	\$ 786.583,00
LUMINARIA	Luminaria Led 30w	\$ 1.115.923,00
LUMINARIA	Luminaria Led 40w	\$ 1.261.677,00
LUMINARIA	Luminaria Led 42w	\$ 1.261.677,00
LUMINARIA	Luminaria Led 50w	\$ 1.261.677,00
LUMINARIA	Luminaria Led 56w	\$ 1.292.349,00
LUMINARIA	Luminaria Led 60w	\$ 1.292.349,00
LUMINARIA	Luminaria Led 66w	\$ 1.399.105,00
LUMINARIA	Luminaria Led 90w	\$ 1.483.600,00



UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	TOTAL COSTO UCAP
LUMINARIA	Luminaria Led 100w	\$ 1.483.600,00
LUMINARIA	Luminaria Led 120w	\$ 1.629.583,00
LUMINARIA	Luminaria Led 150w	\$ 2.241.955,00
LUMINARIA	Reflector Led 200w	\$ 2.166.868,00
LUMINARIA	Reflector Led 250w	\$ 2.166.868,00
LUMINARIA	Reflector Led 400w	\$ 3.924.115,00
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 125w	\$ 1.016.914,00
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 175w	\$ 1.057.990,00
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 400w	\$ 1.641.029,00
LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 20w	\$ 405.167,00
LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 40w	\$ 431.991,00
LUMINARIA	Luminaria Sodio 70w	\$ 570.208,00
LUMINARIA	Luminaria Sodio 150w	\$ 708.764,00
LUMINARIA	Reflector Sodio 250w	\$ 816.436,00
LUMINARIA	Reflector Sodio 400w	\$ 1.259.448,00
LUMINARIA	Luminaria Solar 40W	\$ 5.934.138,00
POSTES Y MASTILES	POSTE CONCRETO 510 kgf x 8 mts	\$ 1.333.513,00
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 3 MTS TRONCOCÓNICO 4"	\$ 2.085.415,00
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 5 MTS TRONCOCÓNICO 6"	\$ 2.381.165,00
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 6 MTS TRONCOCÓNICO 6"	\$ 2.624.680,00
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 8 MTS TRONCOCÓNICO 6"	\$ 2.799.212,00
REDES	Cable serie 8000 AL #4 x500m	\$ 6.951.094,00
REDES	Cable encauchetado 3x14 AWG	\$ 11.781.856,00
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION MONOFASICO 15KVA, 13200-480/240	\$ 22.962.218,00



UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	TOTAL COSTO UCAP
SISTEMAS DE MEDIDA	Caja para control 20x40cm tipo exterior	\$ 1.122.463,00
CANALIZACIONES	Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	\$ 16.637.226,00
CANALIZACIONES	CAJA DE PASO (REGISTRO) 40X40X50 CMS	\$ 737.688,00

Tabla 55. Costo Unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público

Para la realización del cálculo de la vida útil de las luminarias y activos específicos de alumbrado público, se deben tomar como referencia los criterios establecidos en el RETILAP 2024.

La vida útil de los elementos incluidos en las diferentes UCAP, se presentan a continuación:

Equipo	Vida útil (años)	Equipo	Vida útil (años)
Transformadores	25	Postes y mástiles	35
Redes eléctricas aéreas y subterráneas (conductores, herrajes y aisladores).	35	Cajas de inspección, ducterías y demás obras civiles asociadas	35
Luminaria de alumbrado público LED	17,5	Drivers	8,75

Tabla 56. Vida útil de las unidades constructivas de alumbrado público

7.1.2. Valoración a precios nuevo y puesto en operación de la infraestructura instalada

Con las UCAP estructuradas en el presente documento, se valora la infraestructura instalada actualmente a precios nuevo y puesto en operación, tal y como se describe a continuación:

COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS				
TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
LUMINARIA	Luminaria LED 27W	0	\$ 934.179	\$ 0
LUMINARIA	Luminaria LED 103W	0	\$ 1.218.034	\$ 0
LUMINARIA	Luminaria LED 35W	0	\$ 960.885	\$ 0



COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS				
TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
LUMINARIA	Luminaria LED 70W	0	\$ 1.034.684	\$ 0
LUMINARIA	Luminaria LED 128W	0	\$ 1.383.293	\$ 0
LUMINARIA	Reflector LED 100W	0	\$ 1.280.953	\$ 0
LUMINARIA	Reflector LED 200W	0	\$ 1.841.771	\$ 0
LUMINARIA	Reflector LED 400W	0	\$ 2.435.324	\$ 0
LUMINARIA	Luminaria Led 5w	1	\$ 557.292	\$ 557.292
LUMINARIA	Luminaria Led 20w	8	\$ 786.583	\$ 6.292.664
LUMINARIA	Luminaria Led 30w	16	\$ 1.115.923	\$ 17.854.768
LUMINARIA	Luminaria Led 40w	38	\$ 1.261.677	\$ 47.943.726
LUMINARIA	Luminaria Led 42w	14	\$ 1.261.677	\$ 17.663.478
LUMINARIA	Luminaria Led 50w	184	\$ 1.261.677	\$ 232.148.568
LUMINARIA	Luminaria Led 56w	4	\$ 1.292.349	\$ 5.169.396
LUMINARIA	Luminaria Led 60w	24	\$ 1.292.349	\$ 31.016.376
LUMINARIA	Luminaria Led 66w	17	\$ 1.399.105	\$ 23.784.785
LUMINARIA	Luminaria Led 90w	1	\$ 1.483.600	\$ 1.483.600
LUMINARIA	Luminaria Led 100w	279	\$ 1.483.600	\$ 413.924.400
LUMINARIA	Luminaria Led 120w	5	\$ 1.629.583	\$ 8.147.915
LUMINARIA	Luminaria Led 150w	9	\$ 2.241.955	\$ 20.177.595
LUMINARIA	Reflector Led 200w	13	\$ 2.166.868	\$ 28.169.284
LUMINARIA	Reflector Led 250w	1	\$ 2.166.868	\$ 2.166.868
LUMINARIA	Reflector Led 400w	2	\$ 3.924.115	\$ 7.848.230
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 125w	31	\$ 1.016.914	\$ 31.524.334
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 175w	1	\$ 1.057.990	\$ 1.057.990
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 400w	3	\$ 1.641.029	\$ 4.923.087
LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 20w	24	\$ 405.167	\$ 9.724.008
LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 40w	4	\$ 431.991	\$ 1.727.964
LUMINARIA	Luminaria Sodio 70w	3922	\$ 570.208	\$ 2.236.355.776
LUMINARIA	Luminaria Sodio 150w	466	\$ 708.764	\$ 330.284.024
LUMINARIA	Reflector Sodio 250w	493	\$ 816.436	\$ 402.502.948
LUMINARIA	Reflector Sodio 400w	1	\$ 1.259.448	\$ 1.259.448
LUMINARIA	Luminaria Solar 40W	36	\$ 5.934.138	\$ 213.628.968
PUNTO DE CONEXIÓN	Punto de conexión red compartida (Brazo 1,5-2,0)	0	\$ 137.029	\$ 0
TELEGESTION	Fotocontrol Sistema Telegestión	0	\$ 1.451.048	\$ 0
FOTOCONTROL	Fotocontrol multitensión 277V	0	\$ 68.719	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste metálico de 4 metros	0	\$ 1.766.271	\$ 0



COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS				
TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 8m x 510KgF Traslucido	0	\$ 3.470.831	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 10m x 510KgF Traslucido	0	\$ 4.001.954	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste metálico de 16 metros Seccionado	0	\$ 5.174.640	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 10m x 510KgF	0	\$ 3.444.275	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste metálico 6 metros	0	\$ 1.940.092	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 8m x 510KgF	0	\$ 2.951.089	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 12 m x 510KgF	0	\$ 4.326.320	\$ 0
POSTES Y MASTILES	Poste de Fibra de 14 m x 750KgF	0	\$ 5.274.755	\$ 0
POSTES Y MASTILES	POSTE CONCRETO 510 kgf x 8 mts	52	\$ 1.333.513	\$ 69.342.676
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 3 MTS TRONCOCÓNICO 4"	20	\$ 2.085.415	\$ 41.708.300
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 5 MTS TRONCOCÓNICO 6"	35	\$ 2.381.165	\$ 83.340.775
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 6 MTS TRONCOCÓNICO 6"	80	\$ 2.624.680	\$ 209.974.400
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 8 MTS TRONCOCÓNICO 6"	52	\$ 2.799.212	\$ 145.559.024
REDES	Red Aérea 2x2+2 AWG AL x 500m	0	\$ 19.399.759	\$ 0
REDES	Red Aérea 2x4+4 AWG AL x 500m	0	\$ 17.158.534	\$ 0
REDES	Red Aérea en cable cobre 3 No 14 x 500m	0	\$ 10.084.110	\$ 0
REDES	Cable serie 8000 AL #2 x500m	0	\$ 9.122.772	\$ 0
REDES	Cable serie 8000 AL #4 x500m	42,64	\$ 6.951.094	\$ 296.394.648
REDES	Red Aérea 2x1/0+1/0 AWG AL x 500m	0	\$ 29.330.479	\$ 0
REDES	Cable encauchetado 3x14 AWG	2,99	\$ 11.781.856	\$ 35.227.749
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION MONOFASICO 5KVA, 13200-480/240	0	\$ 12.357.892	\$ 0
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION MONOFASICO 10KVA, 13200-480/240	0	\$ 20.144.514	\$ 0
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION MONOFASICO 15KVA, 13200-480/240	1	\$ 22.962.218	\$ 22.962.218
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION, MONOFASICO, 25KVA, 13200-480/240	0	\$ 24.689.035	\$ 0
SISTEMAS DE MEDIDA	Medidor 1f 3h 480/240	0	\$ 1.133.820	\$ 0
SISTEMAS DE MEDIDA	Caja para control 20x40cm tipo exterior	5	\$ 1.122.463	\$ 5.612.315



COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS				
TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
CANALIZACIONES	Kit puesta a tierra - Stovol	0	\$ 528.432	\$ 0
CANALIZACIONES	Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	14,21	\$ 16.637.226	\$ 236.414.981
CANALIZACIONES	Caja prefabricada para red subterránea	0	\$ 651.039	\$ 0
CANALIZACIONES	CAJA DE PASO (REGISTRO) 40X40X50 CMS	187	\$ 737.688	\$ 137.947.656

Tabla 57. Valoración precios de reposición a nuevo UCAP

En ese orden de ideas, el precio de reposición a nuevo que tendría la infraestructura del Municipio según la metodología CREG 101 013 de 2022 sería de CINCO MIL TRECIENTOS OCHENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS VEINTIDÓS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO M/CTE (\$ 5.381.822.235).

Respecto a las unidades de postes, redes, transformadores y canalizaciones, se tiene en cuenta los precios de mercado a la fecha del presente estudio.

Los costos de las UCAP se estructuraron en el presente estudio para determinar un nuevo proyecto modernizando todo el sistema de alumbrado público.

188

Lo anterior se presenta por lo siguiente:

- Las UCAP mantienen el precio durante la vida útil del activo; es decir en el momento en que se determine la alternativa para prestación del servicio de alumbrado público se ajusta a la metodología de la Resolución CREG 101 013 de 2022.
- Los precios de las luminarias de sodio, halogenuros y fluorescentes han disminuido su precio actualmente en comparación a los años anteriores.
- Las luminarias LED por los avances tecnológicos han aumentado la eficacia (lm/w) y el precio ha disminuido, aunque en el último año por la inflación y factores de mercado (TRM) los precios han fluctuado.

7.1.3. Costo del suministro de la energía

El costo del servicio de energía eléctrica se calcula sobre la potencia instalada y el consumo interno de los elementos que componen las luminarias, para el caso de luminarias de tecnología de sodio, mercurio, metal halide y otras. Para el caso de luminarias tipo LED, el proveedor suministra la potencia de la luminaria incluyendo las pérdidas.

Para este estudio se tiene en cuenta el total de la potencia instalada de las luminarias, como si estas funcionaran en condiciones normales, pero es importante señalar que el operador del servicio de alumbrado público o el interventor o municipio, deben reportar al comercializador las luminarias apagadas de noche o que están encendidas de día, para que la liquidación del



servicio se realice sobre la demanda real de energía.

De acuerdo con la resolución 101 013 de 2022 el costo máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP, se determinará así:

$$CSEE = \sum_{n=1}^2 (TEEn * CEEEn)$$

Donde:

CSEE: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

TEEn: Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en \$/kWh.

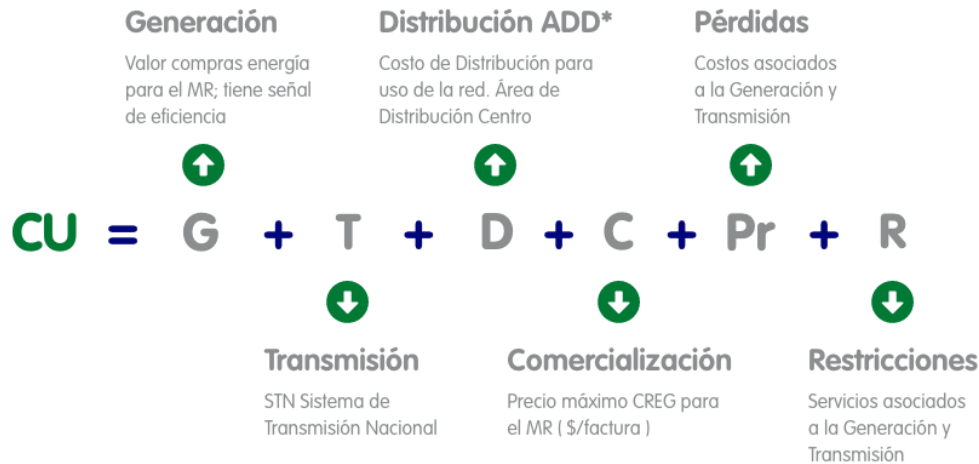
CEEn: Consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en kWh.

n: Nivel de tensión 1 o 2, según la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

189

7.1.3.1. Tarifa del suministro de energía eléctrica para el SALP

A continuación, se describen todos los componentes del Costo unitario (Cu) del kWh, y se identifica que componentes se pueden negociar con el comercializador de energía eléctrica.

**Resolución CREG 119 - 2007**

Esquema 5. Calculo costo Unitario de energía. Fuente: EPM. 2024.

- **G:** Costo de compra de energía (\$/kWh) – componente que se puede negociar.
- **T:** Costo por uso del Sistema Nacional de Transmisión (\$/kWh) – componente que no se puede negociar.
- **D:** Costo por uso de Sistemas de Distribución (\$/kWh) – componente que no se puede negociar.
- **C:** Margen de comercialización (\$/kWh) - componente que se puede negociar.
- **R:** Costo de Restricciones y de Servicios asociados con generación (\$/kWh) - componente que no se puede negociar.
- **PR:** Costo de compra, transporte y reducción de pérdidas de energía (\$/kWh) - componente que no se puede negociar.

190

En ese sentido, luego de consultar la página web de Expertos del Mercado (www.xm.com.co), se obtienen los siguientes datos para los últimos años.

PRECIO PROMEDIO PONDERADO COMPONENTE G - MERCADO REGULADO Y NO REGULADO							
MERCADO	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020	AÑO 2021	AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024
MERCADO REGULADO	\$189,8	\$205,4	\$219,6	\$248,21	\$284,94	\$285	\$ 316,60
MERCADO NO REGULADO	\$166,6	\$183,6	\$191,1	\$213,69	\$269,54	\$295	\$ 307,97

Tabla 58. Precio promedio ponderado componente G. Mercado Regulado y No Regulado



El municipio de Paipa hoy tiene contratado el suministro de energía con destino al Alumbrado Público bajo una tarifa del CU de 648,79 según factura de energía eléctrica del mes de noviembre, consumo de octubre 2024.

A continuación, se presenta el detalle del costo de la energía desagregado por componente:

COSTO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO							
G	T	D	R	P	Cv	Cf	CU
336.01	52.27	165.33	1.59	73.81	19.79	0.00	648.79

Tabla 59.Costo de la energía con destino al SALP

Para el mes de noviembre, la tarifa regulada de generación de EBSA es de 374. Así las cosas, a pesar de que el precio de generación del SALP actualmente está por encima de los promedios ponderados publicados por XM, este se encuentra por debajo de la tarifa cobrada en el mercado regulado por el operador de red.

Lo anterior significa que la tarifa de generación pactada por el municipio y el comercializador de energía representa una disminución con respecto al costo de la energía en el mercado.

Para realizar la proyección de la tarifa de energía eléctrica indexada con el Índice de Precios del Productor (IPP) de oferta interna, se utilizará la tarifa base de **\$648,79** (año 2024) y se ajustará anualmente utilizando las tasas de variación promedio anual del IPP de oferta interna en Colombia. Según las tendencias históricas del IPP reportadas por el DANE, estas tasas han oscilado entre un -2% y 5%, dependiendo de las dinámicas económicas de cada año.

Para efectos de las presentes modelaciones se realizará un análisis con una tarifa de \$760 pesos KWh/m con la finalidad de recoger las variaciones del mercado.

7.1.3.2. Valor del consumo de energía eléctrica del SALP

El costo del servicio de energía eléctrica se calcula sobre la potencia instalada y el consumo interno de los elementos que componen las luminarias. Para el estudio técnico se tiene en cuenta el total de la potencia instalada de las luminarias, como si estas funcionaran en condiciones normales, pero es importante señalar que el operador del servicio de alumbrado público o el interventor o el municipio, deben reportar al comercializador las luminarias apagadas de noche o que están encendidas de día, para que la liquidación del servicio se realice sobre la demanda real de energía.

Así las cosas, se determina el valor del consumo actual y futuro del Sistema de Alumbrado Público del Municipio:



CENSO ACTUAL					
TECNOLOGIA	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
Luminaria Led 5w	5	0	1	0,005	1,80
Luminaria Led 20w	20	0	8	0,160	57,60
Luminaria Led 30w	30	0	16	0,480	172,80
Luminaria Led 40w	40	0	38	1,520	547,20
Luminaria Led 42w	42	0	14	0,588	211,68
Luminaria Led 50w	50	0	184	9,200	3.312,00
Luminaria Led 56w	56	0	4	0,224	80,64
Luminaria Led 60w	60	0	24	1,440	518,40
Luminaria Led 66w	66	0	17	1,122	403,92
Luminaria Led 90w	90	0	1	0,090	32,40
Luminaria Led 100w	100	0	279	27,900	10.044,00
Luminaria Led 120w	120	0	5	0,600	216,00
Luminaria Led 150w	150	0	9	1,350	486,00
Reflector Led 200w	200	0	13	2,600	936,00
Reflector Led 250w	250	0	1	0,250	90,00
Reflector Led 400w	400	0	2	0,800	288,00
Reflector Metal Halide 125w	125	0	31	3,875	1.395,00
Reflector Metal Halide 175w	175	0	1	0,175	63,00
Reflector Metal Halide 400w	400	0	3	1,200	432,00
Luminaria Fluorescente 20w	20	0	24	0,480	172,80
Luminaria Fluorescente 40w	40	0	4	0,160	57,60
Luminaria Sodio 70w	70	0	3.922	274,540	98.834,40
Luminaria Sodio 150w	150	0	466	69,900	25.164,00
Reflector Sodio 250w	250	0	493	123,250	44.370,00
Reflector Sodio 400w	400	0	1	0,400	144,00
Luminaria Solar 40W	40	0	36	1,440	518,40
CARGA TOTAL			5.597	524	188.550

192

FACTOR PERDIDAS	11%
CONSUMO EN NT2	212.462
COSTO DE ENERGÍA	\$ 148.723.588
CARGA INSTALADA	590,1729675
CARGA INDISPONIBILIDAD	5,90

Tabla 60. Consumo de energía SALP actual

CENSO FUTURO						
TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
LED	Luminaria LED 27W	27	0	2726	73,60	26.496,72
	Luminaria LED 103W	103	1	102	10,61	3.818,88
	Luminaria LED 35W	35	2	2487	92,02	33.126,84
	Luminaria LED 70W	70	3	381	27,81	10.012,68
	Luminaria LED 128W	128	3	59	7,73	2.782,44
	Reflector LED 100W	100	4	290	30,16	10.857,60
	Reflector LED 200W	200	4	145	29,58	10.648,80
	Reflector LED 400W	400	5	138	55,89	20.120,40
	Luminaria Led 5w	30	6	0	0,00	0,00
	Luminaria Led 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 30w			16	0,58	207,36
	Luminaria Led 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 42w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 50w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 56w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 60w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 66w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 90w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 100w	100	18	100	11,80	4.248,00
	Luminaria Led 120w	100	18	0	0,00	0,00
	Luminaria Led 150w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 200w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 400w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 125w			0	0,00	0,00
Reflector Metal Halide 175w	0			0,00	0,00	



CENSO FUTURO

TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
	Reflector Metal Halide 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 70w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 150w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Solar 40W			0	0,00	0,00
CARGA TOTAL	TOTAL			6.444	339,78	122.319,72₁₉₄

FACTOR PERDIDAS
CONSUMO EN NT2

11%

137.833

COSTO DE ENERGÍA	\$ 104.752.929
CARGA INSTALADA	382,868894
CARGA INDISPONIBILIDAD	3,83

Tabla 61. Consumo de energía SALP actual

7.1.4. Costo máximo de la actividad de inversión del Sistema de Alumbrado Público

Con el fin de remunerar el costo máximo de la actividad de inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente fórmula.

$$CINV = \sum_{n=1}^2 (CAAn * ID)$$



Donde:

CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia

n: Nivel de tensión 1 o 2.

CAAn: Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.

7.1.4.1. Costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público

El costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público, se determina de conformidad con las siguientes disposiciones:

- Los inventarios de activos construidos en desarrollo de la Inversión, puestos en uso, serán valorados según metodología establecida en el Anexo de la presente Resolución.
- Los terrenos asociados con cada subestación construidos por el prestador del Servicio de Alumbrado Público, indicando para cada terreno su área (m²) y valor catastral total.
- Los activos no eléctricos, necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

195

De acuerdo con lo anterior el Costo anual equivalente de la infraestructura se determina así:

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Donde:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CATn: Costo anual de terrenos de subestaciones en el nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.



7.1.4.2. Costo anual equivalente de activos eléctricos (CAAEn)

$$CAAEn = \sum_{i=1}^{NRn} ((CRI + CRI, L) * \frac{r}{1 - (1 + r)^{-vi}})$$

Donde:

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

NRn: Número total de UCAP que conforman cada activo, instalado y puesto en operación en el Nivel de Tensión n por el encargado de la Inversión.

CRI: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público diferentes a luminarias, instalados y puestos en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRI,L: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público definidos como luminarias instaladas y puestas en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

r: Tasa de Retorno.

Vi: Vida útil en años, reconocida para la UCAPi conforme a lo establecido en el Anexo de la presente Resolución.

Cabe señalar que el 15 de diciembre del 2021, la CREG emitió la Resolución 215 por medio de la cual actualizaba el valor del WACC al 12,09%. Con dicho WACC se calculará el CAAEn de la inversión a ejecutar.

En el transcurso del año 2022, la Comisión de Regulación de Energía y Gas emitió una nueva Resolución que regula y modifica los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público y aquellos relacionados en el Decreto 943 de 2018.

Por tanto, se tienen en cuenta las modificaciones establecidas en la Resolución 101 013 de 2022, tal como:

Actualización de los costos de inversión CINV, con la aplicación de lo enunciado en el Artículo 25 – Ajustes por eficacia luminosa de las luminarias, el cual modifica el costo anual equivalente de los activos eléctricos.

$$CRI, L = k * CRL$$



$$k = \frac{EF}{130}$$

Donde:

- CRI,L:** Valor de la unidad constructiva luminaria, ajustada por el valor de la eficacia luminosa
- k:** Factor de ajuste por eficacia luminosa. Este valor debe ser determinado teniendo en cuenta el valor de eficacia luminosa declarada en el certificado de conformidad del producto.
- CRL:** Costo de Reposición a nuevo de la UCAP para el activo luminaria del SALP
- EF:** Eficacia luminosa de la fuente a instalar. En lm/W
- 130:** Eficacia luminosa de la fuente de referencia. En lm/W . Definida en la Resolución UPME 196 de 2020 y aquellas que la modifiquen o sustituyan.

7.1.4.3. Costo anual de terrenos de las subestaciones del Nivel de Tensión n (CATn)

El costo anual de terrenos de las subestaciones que atiendan en forma exclusiva los activos del SALP del nivel n se calculará así:

$$CATn = R * \sum_{i=1}^{NSn} (ATi * VCTi)$$

197

El Municipio de Paipa, no cuenta con terrenos en la infraestructura de Alumbrado Público, el costo anual es CERO (0).

7.1.4.4. Costo anual equivalente de activos no eléctricos (CAANEn)

El costo anual equivalente de los activos no eléctricos que se reconoce al prestador del Servicio de Alumbrado Público, en los niveles de tensión n, se determinará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CAANEn = NE * CAAEn$$

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

NE: Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce como costo anual equivalente de Activos No Eléctricos. NE es igual a 0,041.



CAAEn: Costo anual equivalente de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del Nivel de Tensión n. Incluye los activos de propiedad del municipio y/o distritos entregados al prestador del Servicio de Alumbrado Público y los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el prestador de la inversión.

7.1.4.5. Índice de Disponibilidad de la Infraestructura instalada

Las deficiencias en el Servicio de Alumbrado Público debidas a defectos de la infraestructura propia se descuentan de la remuneración de la inversión y del AOM. El índice de disponibilidad de la infraestructura cuantifica estas deficiencias, y se mide a través de las interrupciones por luminarias que no funcionan o funcionan de manera deficiente, reportadas por los usuarios y el interventor al SIAP.

El valor del índice de disponibilidad de la infraestructura, se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ID = 1 - \sum_{i=1}^m \frac{Wi * HSSi}{WT * T}$$

Donde:

198

ID: Índice de disponibilidad de la infraestructura, para el período de remuneración.

Wi: Potencia de la luminaria i en kW (incluye la carga de la bombilla y de los demás elementos internos para su funcionamiento), reportada al registro de quejas y reclamos de alumbrado público.

HSSi: Número total de horas sin servicio de la luminaria i.

m: Número total de luminarias reportadas al registro de quejas y reclamos de alumbrado público del municipio o distrito para el período de remuneración.

WT: Potencia total instalada en kW de las luminarias que componen el Sistema de Alumbrado Público de un municipio o distrito.

T: Número de horas del período de facturación de las luminarias.

De acuerdo con las condiciones generales de operación de las clases de iluminación de las vías vehiculares y de las vías para tráfico peatonal y ciclistas, las horas de prestación del servicio se establecen entre las 6 p.m. y las 6 a.m. El número de horas es igual a doce (12) horas/día.

Para desarrollar la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:



- Inversiones en modernización de la infraestructura año 1 duración de 12 meses.
- Vida útil de los activos instalados según RETILAP, se considera la Vida útil remanente.
- WACC = 12,09% a partir del año 2021 - Resolución CREG 215 de 2021.
- Metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, la cual no tiene en cuenta ningún tipo de impuestos, contribuciones u otros gastos.
- El índice ID de indisponibilidad se asume igual a 0,99. El ID será ajustado por la interventoría y/o supervisor y/o municipio, teniendo en cuenta las luminarias apagadas en la noche.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las necesidades que presenta el parque lumínico del municipio de Paipa en materia de modernización y expansión, el costo de reposición a nuevo de la UCAP para todos los activos de alumbrado público instalados y puestos en operación en pesos correspondientes a octubre de 2024 tiene un valor de \$ 8.550.692.311, tal y como se detalla a continuación:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR	PARTICIPACIÓN
FOTOCONTROL	5.169	\$ 355.208.511,00	4,15%
LUMINARIA	6.328	\$ 6.510.969.185,00	76,15%
POSTES Y MASTILES	192	\$ 677.979.812,00	7,93%
PUNTO DE CONEXIÓN	5.163	\$ 707.480.727,00	8,27%
REDES	14	\$ 166.789.605,06	1,95%
SISTEMAS DE MEDIDA	5	\$ 5.669.100,00	0,07%
TRANSFORMADORES	3,00	\$ 74.067.105,00	0,87%
TELEGESTION	-	\$ 0,00	0,00%
CANALIZACIONES	61,00	\$ 52.528.266,00	0,61%
		\$ 8.550.692.311	100,00%

Tabla 62. Costo de inversión por UCAP

De acuerdo con la metodología para el cálculo de la remuneración de la inversión, el costo máximo de la actividad de inversión mensual sería de \$ 108.635.761.

INVERSIÓN TOTAL	\$	8.550.692.311
CAAEn - COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS ELÉCTRICOS	\$	1.257.783.383
CAANEn - COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS NO ELÉCTRICOS	\$	59.013.724
ID		0,99
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN ANUAL	\$	1.303.629.136
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN MENSUAL	\$	108.635.761

Tabla 63. Costos de inversión

7.1.5. Costos de administración, operación y mantenimiento de los activos del Sistema de Alumbrado Público



La remuneración del costo máximo de la actividad de AOM de la infraestructura propia del SALP del municipio de Paipa se determinó de la siguiente manera:

$$CAOM = \sum_{n=1}^2 [((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID] - VCEEIn]$$

Donde:

CAOM: Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos.

CRTAn: Costo de reposición a nuevo de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRAn: Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRAL: Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

200

FAOMn: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAn que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.

FAOML: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAL que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que aparece en el parágrafo 3 de este artículo.

FAOMS: Fracción adicional del costo de reposición a nuevo de CRTAn y de CRAL que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado según el Artículo 28 de la presente resolución.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias en el nivel de tensión n. Sólo se consideran aquellas luminarias que están reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas.



Para el FAOML se tiene en cuenta el valor establecido de la senda para el año 2024 en el párrafo 3 de la Resolución 101 103 de 2022.

Año	FAOML
2025	0,080

A continuación, se presentan los costos totales de AOM de las UCAP que hacen parte del Sistema de Alumbrado Público del Municipio de Paipa, los cuales se determinan conforme a la metodología CREG 101 013 de 2022 y la infraestructura del municipio, más las resultantes de la inversión del proyecto de modernización y expansión:

Costos máximos de la actividad de AOM del SALP de las luminarias

COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS

TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
LUMINARIA	Luminaria Led 5w	1	\$ 557.292	\$ 557.292
LUMINARIA	Luminaria Led 20w	8	\$ 786.583	\$ 6.292.664
LUMINARIA	Luminaria Led 30w	16	\$ 1.115.923	\$ 17.854.768
LUMINARIA	Luminaria Led 40w	38	\$ 1.261.677	\$ 47.943.726
LUMINARIA	Luminaria Led 42w	14	\$ 1.261.677	\$ 17.663.478
LUMINARIA	Luminaria Led 50w	184	\$ 1.261.677	\$ 232.148.568
LUMINARIA	Luminaria Led 56w	4	\$ 1.292.349	\$ 5.169.396
LUMINARIA	Luminaria Led 60w	24	\$ 1.292.349	\$ 31.016.376
LUMINARIA	Luminaria Led 66w	17	\$ 1.399.105	\$ 23.784.785
LUMINARIA	Luminaria Led 90w	1	\$ 1.483.600	\$ 1.483.600
LUMINARIA	Luminaria Led 100w	279	\$ 1.483.600	\$ 413.924.400
LUMINARIA	Luminaria Led 120w	5	\$ 1.629.583	\$ 8.147.915
LUMINARIA	Luminaria Led 150w	9	\$ 2.241.955	\$ 20.177.595
LUMINARIA	Reflector Led 200w	13	\$ 2.166.868	\$ 28.169.284
LUMINARIA	Reflector Led 250w	1	\$ 2.166.868	\$ 2.166.868
LUMINARIA	Reflector Led 400w	2	\$ 3.924.115	\$ 7.848.230
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 125w	31	\$ 1.016.914	\$ 31.524.334
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 175w	1	\$ 1.057.990	\$ 1.057.990
LUMINARIA	Reflector Metal Halide 400w	3	\$ 1.641.029	\$ 4.923.087

201



LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 20w	24	\$ 405.167	\$ 9.724.008
LUMINARIA	Luminaria Fluorescente 40w	4	\$ 431.991	\$ 1.727.964
LUMINARIA	Luminaria Sodio 70w	3922	\$ 570.208	\$ 2.236.355.776
LUMINARIA	Luminaria Sodio 150w	466	\$ 708.764	\$ 330.284.024
LUMINARIA	Reflector Sodio 250w	493	\$ 816.436	\$ 402.502.948
LUMINARIA	Reflector Sodio 400w	1	\$ 1.259.448	\$ 1.259.448
LUMINARIA	Luminaria Solar 40W	36	\$ 5.934.138	\$ 213.628.968

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO**\$ 4.097.337.492,00**

FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO

0,04

FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO

0,08

FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA

-

ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD

0,99 202

VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD

\$ 1.614.713,00

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL**\$ 322.894.416,37****COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL****\$ 26.907.868,00**

Tabla 64. Costos AOM Luminarias

Costos máximos de la actividad de AOM del SALP de activos diferentes a luminarias

TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
POSTES Y MASTILES	POSTE CONCRETO 510 kgf x 8 mts	52	\$ 1.333.513	\$ 69.342.676
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 3 MTS TRONCOCÓNICO 4"	20	\$ 2.085.415	\$ 41.708.300
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 5 MTS TRONCOCÓNICO 6"	35	\$ 2.381.165	\$ 83.340.775
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 6 MTS TRONCOCÓNICO 6"	80	\$ 2.624.680	\$ 209.974.400
POSTES Y MASTILES	POSTE METÁLICO DE 8 MTS TRONCOCÓNICO 6"	52	\$ 2.799.212	\$ 145.559.024



REDES	Cable serie 8000 AL #4 x500m	42,64	\$ 6.951.094	\$ 296.394.648
REDES	Cable encauchetado 3x14 AWG	2,99	\$ 11.781.856	\$ 35.227.749
TRANSFORMADORES	TRANSFORMACION MONOFASICO 15KVA, 13200-480/240	1	\$ 22.962.218	\$ 22.962.218
SISTEMAS DE MEDIDA	Caja para control 20x40cm tipo exterior	5	\$ 1.122.463	\$ 5.612.315
CANALIZACIONES	Canalizacion con un ducto 1" PVC x 500 mts	14,21	\$ 16.637.226	\$ 236.414.981
CANALIZACIONES	CAJA DE PASO (REGISTRO) 40X40X50 CMS	187	\$ 737.688	\$ 137.947.656

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	\$ 1.284.484.743,00
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,08
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	\$ 0,00

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	\$ 50.865.595,82
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	\$ 4.238.800,00

Tabla 65. Costos AOM activos diferentes a las luminarias

7.1.6. Costo de la interventoría

La interventoría consiste en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato que realice una persona natural o jurídica idónea, contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga un conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. No obstante, lo anterior cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría.

Por lo general, no serán concurrentes en relación con un mismo contrato, las funciones de supervisión e interventoría. Sin embargo, la entidad puede dividir la vigilancia del contrato principal, caso en el cual, en el contrato respectivo de interventoría, se deberán indicar las actividades técnicas a cargo del interventor y las demás quedarán a cargo de la Entidad a través del supervisor. El contrato de Interventoría será supervisado directamente por la entidad estatal.

Los costos estimados para el modelo que propone el presente estudio para la ejecución de la interventoría idónea e integral se establecen en un 4% del recaudo del impuesto mensual.



7.1.7. Costos ambientales

La gestión Ambiental se establece como un porcentaje del costo de AOM en este caso se considera el 0,01. Este costo se reconoce al prestador del servicio para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; RAEE, así como las acciones que se deriven del plan de manejo ambiental anexo a este documento.

7.1.8. Pago del uso de activos de terceros

Actualmente la administración municipal no reconoce activos vinculados a la prestación del servicio de alumbrado público de propiedad de terceros, por lo cual este documento no establece dichos costos y/o gastos.

7.1.9. Sistema de Gestión de Activos

Teniendo en cuenta que el Artículo 39 de la Resolución CREG 101 013 de 2022, sobre el Sistema de Gestión de Activos cita lo siguiente: los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según criterios del Decreto Ley 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumbrado público acorde con la Norma ISO 55001, en un plazo máximo de cinco años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.

En este sentido, el municipio de Paipa no aplica para la implementación y certificación del sistema de gestión de activos de alumbrado público, al ser de quinta categoría.

204

7.1.10. Alumbrado Navideño, Ornamental y Proyectos de Smart Cities

El rubro de alumbrado navideño se podrá establecer conforme a lo indicado en la Ley 1819 de 2016, en el párrafo del artículo 350, que reza:

ARTÍCULO 350. DESTINACIÓN. *El impuesto de alumbrado público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado.*

PARÁGRAFO. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos.

En el Decreto 943 de 2018 y el artículo 2 de la Resolución CREG 101 013 de 2022, define Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, como:



Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información, las comunicaciones, entre otras.

7.1.11. Gastos fiduciarios

Los gastos fiduciarios corresponden a la comisión fiduciaria que se paga a la entidad encargada por administrar los recursos provenientes del impuesto de Alumbrado Público. El gasto fiduciario de este proyecto es de 1 SMMLV más IVA.

7.1.12. Gastos financieros

Los gastos financieros se determinan como un porcentaje de los montos que ingresan a fiducia, es un gasto que será transversal a la ejecución del proyecto de Alumbrado Público. En este sentido, los gastos financieros son del 0,100%.

7.1.13. Costos pólizas, tramites e impuestos

Comprende todos aquellos costos asociados a la formalización de los contratos, impuestos al valor agregado a las ventas e impuestos municipales, requeridos para la formalización de los contratos que establezca o que deba cumplir el municipio o distrito para la prestación del servicio. En este caso no se incluyen costos de IVA.

205

7.2. Suficiencia financiera del impuesto de Alumbrado Público

Se efectúa análisis al Acuerdo Municipal No. 019 de 2022, que determina las tarifas del impuesto de alumbrado público en el municipio de Paipa, descritas en el capítulo 4.2.1 del presente ETR, con el propósito de obtener un criterio claro sobre los ingresos generados para la financiación de actividades vinculadas a la prestación del servicio.

En el Municipio de Paipa a corte de septiembre de 2024, registra en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI) al Operador de Red EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A. E.S.P. EBSA y a las comercializadoras de Energía CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P, ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P, NEU ENERGY SAS ESP, VATIA S.A. E.S.P.



Municipio	Empresa	Mes	Numero de Suscriptores *	Valor Facturado por KW consumido (\$/kWh)	Facturación por consumo (\$)	Total
PAIPA	2322 - VATIA S.A. E.S.P.	ene / 2024	11	689,71	120.832.710 (\$)	120.833.411 (\$)
		feb / 2024	11	828,57	139.659.791 (\$)	139.660.631 (\$)
		mar / 2024	11	750,29	115.426.029 (\$)	115.426.790 (\$)
		abr / 2024	11	776,93	125.084.015 (\$)	125.084.803 (\$)
		may / 2024	11	-	0 (\$)	11 (\$)
		jun / 2024	11	809,21	112.770.063 (\$)	112.770.883 (\$)
		jul / 2024	11	542,80	112.947.124 (\$)	112.947.678 (\$)
		ago / 2024	11	546,70	111.508.708 (\$)	111.509.266 (\$)
		sep / 2024	11	-	0 (\$)	11 (\$)
		oct / 2024	11	-	0 (\$)	11 (\$)
	45298 - NEU ENERGY SAS ESP	ago / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
		sep / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
		oct / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
	500 - EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A. E.S.P. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	ene / 2024	17.955	852,54	2.759.956.511 (\$)	2.759.975.319 (\$)
		feb / 2024	17.987	860,50	1.334.325.340 (\$)	1.334.344.188 (\$)
		mar / 2024	18.044	851,52	1.225.864.008 (\$)	1.225.882.904 (\$)
		abr / 2024	18.132	902,34	2.851.068.494 (\$)	2.851.087.528 (\$)
		may / 2024	18.168	922,35	1.250.030.547 (\$)	1.250.049.637 (\$)
		jun / 2024	18.201	942,95	1.353.889.885 (\$)	1.353.909.029 (\$)
		jul / 2024	18.251	912,84	2.771.975.109 (\$)	2.771.994.273 (\$)
		ago / 2024	18.296	-	0 (\$)	18.296 (\$)
		sep / 2024	18.339	828,68	1.296.269.275 (\$)	1.296.288.443 (\$)
		oct / 2024	18.442	-	0 (\$)	18.442 (\$)
	536 - CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P.	ene / 2024	1	543,99	28.280.304 (\$)	28.280.849 (\$)
		feb / 2024	1	530,68	26.957.610 (\$)	26.958.142 (\$)
		mar / 2024	1	532,00	24.715.145 (\$)	24.715.678 (\$)
		abr / 2024	1	543,95	27.379.078 (\$)	27.379.623 (\$)
		may / 2024	1	538,13	24.610.361 (\$)	24.610.900 (\$)
		jun / 2024	1	552,64	26.970.037 (\$)	26.970.591 (\$)
		jul / 2024	1	545,11	26.272.541 (\$)	26.273.087 (\$)
		ago / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
		sep / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
		oct / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
	597 - ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.	ene / 2024	1	575,73	41.323.633 (\$)	41.324.210 (\$)
		feb / 2024	1	536,00	37.058.844 (\$)	37.059.381 (\$)
		mar / 2024	1	538,34	34.292.350 (\$)	34.292.889 (\$)
		abr / 2024	1	554,37	36.839.649 (\$)	36.840.204 (\$)
		may / 2024	1	579,81	35.261.163 (\$)	35.261.744 (\$)
		jun / 2024	1	555,28	36.730.965 (\$)	36.731.521 (\$)
		jul / 2024	1	557,02	35.412.609 (\$)	35.413.167 (\$)
		ago / 2024	1	575,93	37.753.687 (\$)	37.754.264 (\$)
		sep / 2024	1	558,25	35.989.758 (\$)	35.990.317 (\$)
		oct / 2024	1	-	0 (\$)	1 (\$)
Total			181.948	20835,17165	16.197.455.343 (\$)	16.197.658.126 (\$)

Tabla 66. Información SUI

Para que el impuesto de alumbrado público sea financieramente suficiente, dependerá la capacidad del mismo para cubrir los costos operativos, de infraestructura considerándose varios factores tales como el cobro adecuado y una tarifa conveniente. En línea con lo anterior, el impuesto debe ser equitativo, es decir, debe aplicarse de manera que los contribuyentes con mayor capacidad económica contribuyan más que aquellos con menor capacidad económica, esto permite un financiamiento más justo y proporcional.

Efectuando el ejercicio en facturación del impuesto de Alumbrado frente al recaudo se observa para el mes de enero de 2024 que alcanza una eficiencia del 108%, para el Régimen General.



ANÁLISIS FACTURACIÓN ENE 2024 MUNICIPIO PAIPA			
TARIFA RÉGIMEN GENERAL	VALOR FACTURACIÓN	VALOR RECAUDO	EFICIENCIA RECAUDO
RESIDENCIAL1	1.853.392	2.324.656	125%
RESIDENCIAL2	74.521.027	80.318.568	108%
RESIDENCIAL3	23.991.396	25.425.654	106%
RESIDENCIAL4	5.633.389	5.867.087	104%
RESIDENCIAL5	37.958	37.958	100%
COMERCIAL	50.479.871	53.606.416	106%
INDUSTRIAL	6.100.007	6.909.804	113%
OFICIAL	4.413.446	6.578.127	0%
TOTAL GENERAL	167.030.486	181.068.270	108%

Tabla 67. Análisis de facturación y recaudo

El promedio de facturación del recaudo del primer trimestre de 2024 promediado fue de \$173.976.347.

En el caso del Régimen Especial, se obtiene un ingreso de \$ 38.179.477,18 tal como se describe a continuación:

Contribuyentes	% - UVT	VALOR
Inversiones Sochagota SAS. HOTEL SOCHAGOTA	0,15	\$ 4.503.505,14
INFIBOY-Sochagota-Piscinas	0,1	\$ 597.594,24
Club Militar	0,15	\$ 4.001.871,45
Caja Col. de Subsidio Familiar COLSUBSIDIO	0,15	\$ 2.819.905,20
Ladrillos el Zipa	0,1	\$ 3.748.209,50
Colombia Telecomunicaciones	71	\$ 3.341.615,00
INSTITUTO TERMAL DE PAIPA	0,1	\$ 2.062.615,32
PERFILAR LIMITADA	0,1	\$ 443.151,34
GENSA	118	\$ 5.553.670,00
Paipa Hotel y Centro de Convenciones HOTEL ESTELAR	24	\$ 1.129.560,00
compañía eléctrica Sochagota	118	\$ 5.553.670,00
GAS NATURAL CUNDIBOYACENSE 830045472	94	\$ 4.424.110,00
TOTAL		\$ 38.179.477,18

Tabla 68- Ingreso Régimen Especial

Como resultado del ejercicio planteado se obtuvo para enero de 2024 un recaudo de \$ 212 millones, este ingreso resulta insuficiente para cubrir todos los costos financieros asociados a la prestación del servicio en el Municipio, siendo el más preponderante el del Consumo de Energía con destino al alumbrado, que lo presta el Operador de Red EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A. E.S.P. EBSA. El alumbrado público consume grandes cantidades de energía, lo que se traduce en altos costos operativos, a pesar de la transición hacia tecnologías más eficientes, el gasto en electricidad sigue siendo una carga significativa.

A continuación, se relacionan los consumos en el periodo enero 2023 a enero de 2024:

		
AÑO	MES	COSTO ENERGÍA
2023	Enero	146.021.010
2023	Febrero	131.495.090
2023	Marzo	153.700.170
2023	Abril	152.880.170
2023	Mayo	150.841.770
2023	Junio	144.569.650
2023	Julio	146.495.280
2023	Agosto	145.304.450
2023	Septiembre	143.133.350
2023	Octubre	142.431.040
2023	Noviembre	137.913.890
2023	Diciembre	157.646.120
2024	Enero	147.912.550
TOTALES		1.900.344.540

Tabla 69. Costo de energía con destino al SAP 2023

208

Luego de describir los ingresos tal como se mostró en la tabla 54. Costos totales y por actividad para un mes tipo, se evidencia que el ingreso no es suficiente para cubrir los costos relacionados con la inversión y AOM del proyecto.

Por la razón expuesta se recomienda la modificación de las Tarifas de Alumbrado Público potenciando las industrias y comercios claves que contribuyen a la economía, como es el sector de Turismo, Agricultura, Agroindustria, Segmento de Lácteos, Construcción, Comercio y Servicios.

Entre los aspectos a evaluar, es necesario analizar la capacidad contributiva del sector residencial en los estratos 1 y 2, por ende, se recomienda disminuir un (1) punto porcentual en la tarifa e incrementar en el sector industrial y oficial el 5%, además en el régimen especial aumentar las UVT, esto en función del crecimiento que ha tenido el Municipio de Paipa, demostrando un aumento en su participación del consumo energético.

Teniendo en cuenta los modelos de prestación del servicio de alumbrado público expuestos en el presente estudio, se propone para cada uno de los escenarios, un esquema tarifario que garantice el cumplimiento de las obligaciones.

7.2.1. Tarifas propuestas modelo financiero concesión

Se exponen a continuación las tarifas propuestas:

**GENERAL**

TARIFA RÉGIMEN GENERAL	(%) BASE ACTUAL	(%) BASE PROPUESTA
RESIDENCIAL1	10%	9%
RESIDENCIAL2	15%	10%
RESIDENCIAL3	15%	15%
RESIDENCIAL4	17%	17%
RESIDENCIAL5	17%	17%
COMERCIAL	15%	15%
INDUSTRIAL	10%	15%
OFICIAL	10%	15%

PARTICULAR

ENTIDAD	CANT. UVT
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	85
Cooperativas financieras.	85
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores.	30
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones.	100
Actividades de transporte y/o logística, conducción y/o comercialización de hidrocarburos, gas, relacionados.	94
Actividades de comercialización de energía.	100
Concesiones viales y/o peajes.	118
Actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica.	94
Plantas de beneficio animal.	47
Industrias de hierro y acero.	118
Empresas generadoras de energía.	150
Actividad de aglomeración de carbón y/o otros minerales o materiales.	60
Actividad de extracción de carbón o socavón.	2
Actividad de servicios hoteleros inferiores a tres estrellas	15
Comercialización de gasolina, ACPM o cualquier otro combustible derivado del petróleo en estaciones de servicio	70
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas a actividades de administración aeroportuaria	150
Comercio retail al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por alimentos, bebidas, (alcohólicas y no alcohólicas) o tabaco, fármacos, computadores, equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	80
Empresas dedicadas al transporte de valores y prestación del servicios de seguridad	150
Empresas de recolección, transporte y manejo de residuos sólidos	150
Abastecimiento, captación, bombeo, tratamiento, distribución, saneamiento, almacenamiento y/o comercialización de agua potable.	150
Actividad de servicios de hospedaje y/o alojamiento para visitantes por horas	15
Actividades de clubes deportivos, recreativos y de esparcimientos	45
Empresas dedicadas a las actividades de juegos de azar y apuestas	42
Empresas dedicadas al transporte de pasajeros, actividades postales nacionales, centro de acopio, transporte de carga terrestre, transporte especial, distribución de pasajeros y/o carga.	22
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas al sector lácteo en fase industrial, producción, comercial, procesamiento o transformación en otros productos del sector industrial	60
Empresas promotoras de salud (EPS) e Instituciones prestadoras de servicios en salud (IPS).	56



A partir de las tarifas propuestas, se presenta a continuación la proyección sobre la facturación y recaudo en el municipio bajo el esquema de concesión:

	TIPO DE USUARIO	NUEVA FACTURACION	NUEVO RECAUDO
	Residencial Estrato 1	1.686.587	1.517.928
	Residencial Estrato 2	67.030.430	59.730.824
	Residencial Estrato 3	23.991.396	18.953.203
	Residencial Estrato 4 en adelante	6.571.347	5.914.212
	Actividad comercial y de servicios en general	50.479.871	40.383.897
	Otra actividad industrial en general y de industria básica	6.100.007	5.490.006
	Empresas comerciales e industriales o asimiladas del orden municipal	4.413.446	3.972.101
	TOTAL RÉGIMEN GENERAL	160.273.083	135.962.172
ACTIVIDADES	NUMERO DE USUARIOS	NUEVA FACTURACION	NUEVO RECAUDO
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	2	8.001.050	8.001.050
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores.	16	22.591.200	22.591.200
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones.	6	28.239.000	28.239.000
Actividades de comercialización de energía.	1	4.706.500	4.706.500
Comercialización de gasolina, ACPM o cualquier otro combustible derivado del petróleo en estaciones de servicio	6	19.767.300	19.767.300
Abastecimiento, captación, bombeo, tratamiento, distribución, saneamiento, almacenamiento y/o comercialización de agua potable. □	2	14.119.500	14.119.500
Actividades de clubes deportivos, recreativos y de esparcimientos	1	2.117.925	2.117.925
Empresas dedicadas al transporte de pasajeros, actividades postales nacionales, centro de acopio, transporte de carga terrestre, transporte especial, distribución de pasajeros y/o carga.	1	1.035.430	1.035.430
Empresas promotoras de salud (EPS) e Instituciones prestadoras de servicios en salud (IPS).	1	2.635.640	2.635.640
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas al sector lácteo en fase industrial, producción, comercial, procesamiento o transformación en otros productos del sector industrial	1	2.823.900	2.823.900
Empresas dedicadas a las actividades de juegos de azar y apuestas	1	1.976.730	1.976.730
	TOTAL RÉGIMEN ESPECIAL	108.014.175	108.014.175
TOTAL REG. GENERAL Y REG. PARTICULAR		268.287.258	243.976.347

210

Con el recaudo obtenido a partir de la modificación tarifaria propuesta al acuerdo municipal vigente a la altura del esquema de concesión, no se lograría cubrir con el total de los costos y gastos generados por el proyecto de alumbrado público en el municipio.

7.2.2. Tarifas propuestas modelo financiero SEM

Se exponen a continuación las tarifas propuestas a continuación:

GENERAL

TARIFA RÉGIMEN GENERAL	(%) BASE ACTUAL	(%) BASE PROPUESTA
RESIDENCIAL1	10%	8%
RESIDENCIAL2	15%	11%
RESIDENCIAL3	15%	13%
RESIDENCIAL4	17%	15%
RESIDENCIAL5	17%	15%
COMERCIAL	15%	15%
INDUSTRIAL	10%	15%
OFICIAL	10%	15%

Tabla 70. Tarifas propuestas régimen general

**ESPECIAL**

ACTIVIDADES	CANT. UVT
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	75
Cooperativas financieras.	85
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores.	35
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones.	110
Actividades de transporte y/o logística, conducción y/o comercialización de hidrocarburos, gas, relacionados.	94
Actividades de comercialización de energía.	110
Concesiones viales y/o peajes.	118
Actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica.	94
Plantas de beneficio animal.	47
Industrias de hierro y acero.	118
Empresas generadoras de energía.	150
Actividad de aglomeración de carbón y/o otros minerales o materiales.	60
Actividad de extracción de carbón o socavón.	2
Actividad de servicios hoteleros inferiores a tres estrellas	15
Comercialización de gasolina, ACPM o cualquier otro combustible derivado del petróleo en estaciones de servicio	75
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas a actividades de administración aeroportuaria	150
Comercio retail al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por alimentos, bebidas, (alcohólicas y no alcohólicas) o tabaco, fármacos, computadores, equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	80
Empresas dedicadas al transporte de valores y prestación del servicios de seguridad	150
Empresas de recolección, transporte y manejo de residuos sólidos	150
Abastecimiento, captación, bombeo, tratamiento, distribución, saneamiento, almacenamiento y/o comercialización de agua potable.	150
Actividad de servicios de hospedaje y/o alojamiento para visitantes por horas	15
Actividades de clubes deportivos, recreativos y de esparcimientos	45
Empresas dedicadas a las actividades de juegos de azar y apuestas	42
Empresas dedicadas al transporte de pasajeros, actividades postales nacionales, centro de acopio, transporte de carga terrestre, transporte especial, distribución de pasajeros y/o carga.	22
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas al sector lácteo en fase industrial, producción, comercial, procesamiento o transformación en otros productos del sector industrial	60
Empresas promotoras de salud (EPS) e Instituciones prestadoras de servicios en salud (IPS).	56

Tabla 71. Tarifas propuestas régimen especial



Con las tarifas propuestas se espera contar con los ingresos requeridos de la siguiente manera:

PROYECCIÓN DE FACTURACIÓN Y RECAUDO PAIPA – BOYACÁ				
TIPO DE USUARIO RÉGIMEN GENERAL	TARIFA	NÚMERO DE USUARIOS	FACTURACIÓN ACTUAL	RECAUDO
RESIDENCIAL1	8%		\$ 1.331.353	\$ 1.331.353
RESIDENCIAL2	11%		\$ 56.024.569	\$ 56.024.569
RESIDENCIAL3	13%		\$ 19.609.939	\$ 19.609.939
RESIDENCIAL4	15%		\$ 3.246.861	\$ 3.246.861
RESIDENCIAL5	15%		\$ 23.054	\$ 23.054
COMERCIAL	15%		\$ 66.511.147	\$ 66.511.147
INDUSTRIAL	15%		\$ 14.668.355	\$ 14.668.355
OFICIAL	15%		\$ 837.470	\$ -
TOTAL RÉGIMEN GENERAL		-	\$ 162.252.749	\$ 161.415.278
ACTIVIDADES RÉGIMEN PARTICULAR	TARIFA UVT	NÚMERO DE USUARIOS	NUEVA FACTURACIÓN	NUEVO RECAUDO
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	75	2	\$ 7.469.850	\$ 7.469.850
Cooperativas financieras.	85		\$ -	\$ -
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores.	35	16	\$ 27.887.440	\$ 27.887.440
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones.	110	6	\$ 32.867.340	\$ 32.867.340
Actividades de transporte y/o logística, conducción y/o comercialización de hidrocarburos, gas, relacionados.	94		\$ -	\$ -
Actividades de comercialización de energía.	110	1	\$ 5.477.890	\$ 5.477.890
Concesiones viales y/o peajes.	118		\$ -	\$ -
Actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica.	94		\$ -	\$ -
Plantas de beneficio animal.	47		\$ -	\$ -
Industrias de hierro y acero.	118		\$ -	\$ -
Empresas generadoras de energía.	150		\$ -	\$ -
Actividad de aglomeración de carbón y/o otros minerales o materiales.	60		\$ -	\$ -
Actividad de extracción de carbón o socavón.	2		\$ -	\$ -
Actividad de servicios hoteleros inferiores a tres estrellas	15		\$ -	\$ -
Comercialización de gasolina, ACPM o cualquier otro combustible derivado del petróleo en estaciones de servicio	75	6	\$ 22.409.550	\$ 22.409.550
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas a actividades de administración aeroportuaria	150		\$ -	\$ -
Comercio retail al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por alimentos, bebidas, (alcohólicas y no alcohólicas) o tabaco, fármacos, computadores, equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	80		\$ -	\$ -
Empresas dedicadas al transporte de valores y prestación del servicios de seguridad	150		\$ -	\$ -
Empresas de recolección, transporte y manejo de residuos sólidos	150		\$ -	\$ -
Abastecimiento, captación, bombeo, tratamiento, distribución, saneamiento, almacenamiento y/o comercialización de agua potable.	150	2	\$ 14.939.700	\$ 14.939.700
Actividad de servicios de hospedaje y/o alojamiento para visitantes por horas	15		\$ -	\$ -
Actividades de clubes deportivos, recreativos y de esparcimientos	45		\$ -	\$ -
Empresas dedicadas a las actividades de juegos de azar y apuestas	42		\$ -	\$ -
Empresas dedicadas al transporte de pasajeros, actividades postales nacionales, centro de acopio, transporte de carga terrestre, transporte especial, distribución de pasajeros y/o carga.	22		\$ -	\$ -
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas al sector lácteo en fase industrial, producción, comercial, procesamiento o transformación en otros productos del sector industrial	60		\$ -	\$ -
Empresas promotoras de salud (EPS) e Instituciones prestadoras de servicios en salud (IPS).	56		\$ -	\$ -
TOTAL RÉGIMEN PARTICULAR		33	\$ 111.051.770	\$ 111.051.770
TOTAL REG. GENERAL Y REG. ESPECIAL			\$ 272.467.048	\$ 272.467.048

Tabla 72. Ingresos requeridos impuesto de AP

De esta manera, se espera obtener un recaudo de \$ 272.467.048 mensuales suficientes para cubrir los costos del proyecto, por lo cual, se propone que la administración municipal disponga mensualmente de los recursos necesarios para financiar todas las actividades que involucran la prestación del servicio de alumbrado público y así, cumplir con las exigencias normativas que lo regulan, velando por mantener un SALP moderno, acorde con las normas técnicas y



ambientales que rigen esta materia. Aunado a esta implementación de nuevas tarifas, se hace vital ejercer fiscalización al impuesto, cuyo objeto es asegurar que el sistema funcione de manera eficiente y que los recursos generados por este tributo se utilicen adecuadamente para el mantenimiento y expansión del servicio. Además, busca garantizar que los contribuyentes cumplan con sus obligaciones fiscales de manera justa y equitativa. (Ver [anexo L](#) con propuesta Acuerdo municipal de tarifas del impuesto de alumbrado público).

A continuación, se presenta el cálculo con los ingresos por cobro del impuesto de AP en el municipio de los usuarios reportados a 2025:

RÉGIMEN GENERAL

General	Consumo Energía	Usuarios	Actual	Facturación	Recaudo	Propuesta	Facturación	Recaudo
Estrato 1	\$ 16.641.918,00	583	10%	\$ 1.664.191,80	\$ 1.664.191,80	8%	\$ 1.331.353,44	\$ 1.331.353,44
Estrato 2	\$ 509.314.262,00	13.290	15%	\$ 76.397.139,30	\$ 76.397.139,30	11%	\$ 56.024.568,82	\$ 56.024.568,82
Estrato 3	\$ 150.845.686,00	2.611	15%	\$ 22.626.852,90	\$ 22.626.852,90	13%	\$ 19.609.939,18	\$ 19.609.939,18
Estrato 4	\$ 21.645.738,00	435	17%	\$ 3.679.775,46	\$ 3.679.775,46	15%	\$ 3.246.860,70	\$ 3.246.860,70
Estrato 5	\$ 153.695,00	5	17%	\$ 26.128,15	\$ 23.054,25	15%	\$ 23.054,25	\$ 23.054,25
Comercial	\$ 443.407.646,00	1.578	10%	\$ 44.340.764,60	\$ 44.340.764,60	15%	\$ 66.511.146,90	\$ 66.511.146,90
Industrial	\$ 97.789.033,00	147	10%	\$ 9.778.903,30	\$ 9.778.903,30	15%	\$ 14.668.354,95	\$ 14.668.354,95
Oficial	\$ 5.583.136,00	120	10%	\$ 558.313,60	\$ 558.313,60	15%	\$ 837.470,40	\$ -213

RÉGIMEN PARTICULAR



Otros	Usuarios	UVT/ % Consumo	FACT	RECA	Cant. UVT	FACT	RECA
Colombia Telecomunicaciones		71	\$ 3.535.729,00	\$ 3.535.729,00			
GENSA		118	\$ 5.876.282,00	\$ 5.876.282,00			
Paipa Hotel y Centro de Convenciones HOTEL ESTELAR 038-387607-07		24	\$ 1.195.176,00	\$ 1.195.176,00			
Compañía Eléctrica Sochagota		118	\$ 5.876.282,00	\$ 5.876.282,00			
GAS NATURAL CUNDIBOYACENSE		94	\$ 4.681.106,00	\$ 4.681.106,00			
Actividad de servicios hoteleros categorizadas como tres estrellas o superiores	16		\$ -		35	\$ 27.887.440,00	\$ 27.887.440,00
Actividades de telecomunicaciones, telefonía móvil o celular, otros servicios de telecomunicaciones	6		\$ -		110	\$ 32.867.340,00	\$ 32.867.340,00
Comercialización de gasolina, ACPM o cualquier otro combustible derivado del petróleo en estaciones de servicio	6		\$ -		75	\$ 22.409.550,00	\$ 22.409.550,00
Actividades de bancos, corporación de ahorro y vivienda, vigiladas por la superintendencia financiera.	2		\$ -		75	\$ 7.469.850,00	\$ 7.469.850,00
Abastecimiento, captación, bombeo, tratamiento, distribución, saneamiento, almacenamiento y/o comercialización de agua potable.¶	2		\$ -		150	\$ 14.939.700,00	\$ 14.939.700,00
Actividades de comercialización de energía	1		\$ -		110	\$ 5.477.890,00	\$ 5.477.890,00
Actividades de clubes deportivos, recreativos y de esparcimientos			\$ -			\$ -	\$ -
Empresas dedicadas a las actividades de juegos de azar y apuestas			\$ -			\$ -	\$ -
Empresas dedicadas al transporte de pasajeros, actividades postales nacionales, centro de acopio, transporte de carga terrestre, transporte especial, distribución de pasajeros y/o carga.			\$ -			\$ -	\$ -
Empresas departamentales, municipal, mixta o privadas que se dediquen a las actividades asociadas al sector lácteo en fase industrial, producción, comercial, procesamiento o transformación en otros productos del sector industrial			\$ -			\$ -	\$ -
Empresas promotoras de salud (EPS) e Instituciones prestadoras de servicios en salud (IPS).			\$ -			\$ -	\$ -
			\$ 21.164.575	\$ 21.164.575		\$ 111.051.770	\$ 111.051.770
			\$ 21.164.575,00	\$ 180.233.570,21		\$ 272.467.048,24	\$ 272.467.048,24

Con la información anterior, se evidencia que, una vez aplicadas las modificaciones tarifarias al acuerdo municipal vigente, el recaudo sería suficiente, permitiendo la ejecución del proyecto, inversión, AOM, entre otros, que el municipio se trace a ejecutar de cara al futuro de la prestación del servicio de alumbrado público.

214



8. Esquemas propuestos de prestación del servicio de alumbrado público

En el capítulo a desarrollarse a continuación, se presentarán los modelos financieros de prestación del servicio de alumbrado público por la modalidad de concesión y Sociedad de Economía Mixta respectivamente, de acuerdo con las alternativas de implementación del esquema de prestación del servicio, capítulo 6, donde se analiza la viabilidad mediante matriz DOFA (**anexo I**), para la selección de la modalidad contractual más conveniente para el municipio.

En el documento **anexo K** al ETR, se presentarán los flujos financieros de cada escenario analizado, donde es posible contrastar los posibles escenarios, permitiendo observar los factores críticos sobre los cuales, El municipio deberá enfocar sus esfuerzos, con objeto de realizar una buena gestión, desde los puntos de vistas económicos y financieros.

Para la construcción de los modelos nos requerimos de variables macroeconómicas como:

- **IPP** El índice de precios al producto, o IPP, se define como el indicador de la evolución de los precios de venta del productor, correspondientes al primer canal de comercialización o distribución de los bienes transados en la economía. Este indicador se comenzó a calcular en 1990 por el Banco de la República, y ha tenido rediseños en los años 1999, 2017 y 2015. En la actualidad, su elaboración es mensual, y recae sobre el DANE proporcionando una medición de la variación mensual promedio de los precios de una canasta de bienes representativa de la producción nacional, y desagregada para los sectores de industria manufacturera; explotación de minas y cantera; y, de agricultura, ganadería y pesca.

215

En el modelo financiero la variable IPP (oferta interna) aplica para la indexación de los costos de CAOM – CINV, la actualización de infraestructura, y costos de energía con destino al SALP.

Así las cosas, para efectos de las proyecciones de egresos que se observarán en los flujos de caja, con base en los últimos resultados macroeconómicos, se determinó trabajar con un IPP estimado para indexar cada anualidad los valores contemplados.

- **IPC** la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un período base. La variación porcentual del IPC, es la base para el cálculo de la inflación observada entre dos periodos de tiempo.

El IPC es el indicador objetivo de la política monetaria en el país (*así quedó definido en la Constitución Política*), pero, además es funcional para determinar los incrementos de variables como el salario mínimo; así como, instrumento para el índice de pagos y para traducir los valores nominales en valores reales.



La última actualización metodológica fue realizada para el cálculo del indicador correspondiente al 2019 y hoy aún se continúan aplicando, entre los principales cambios se encuentran la actualización de la canasta, inclusión de hogares unipersonales, adopción de nomenclatura basada en la clasificación individual por finalidad, actualizar el criterio de la conformación de grupos poblacionales y ampliación de cobertura.

El IPC se aplicará al incremento del recaudo del impuesto de alumbrado público.

- **Crecimiento poblacional** la tasa de crecimiento poblacional o tasa de crecimiento demográfico (PGR de las siglas en inglés: Population growth rate) es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población. Específicamente, la tasa de crecimiento demográfico se refiere ordinariamente al cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un inicial en el mismo año. También puede referirse a la diferencia entre la tasa de natalidad de un país menos la tasa de mortalidad, datos obtenidos anualmente en cada país a través de la información obtenida del número anual de nacimientos y de defunciones obtenida del Registro civil de cada país.

8.1. Modelo financiero de la prestación del servicio de alumbrado público (concesión)

216

A partir de la estructura de ingresos y egresos presentada en el anterior numeral, a continuación, se mostrarán las proyecciones financieras a 10, 15 y 20 años, para el sostenimiento del Sistema de Alumbrado Público en el Municipio, describiéndose los criterios de cálculo de las proyecciones enunciadas.

Unido a lo anterior, se utilizarán las variables descritas dentro de la metodología CREG 101 013 de 2022.

DATOS CONFORME A LA RESOLUCIÓN CREG 101 013	
SALDO INICIAL MUNICIPIO	\$ -
RECAUDO DEL IMPUESTO AP	\$ 243.976.347
INVERSIÓN	\$ 8.550.692.311
CAOM	\$ 57.286.693
CINV	\$ 107.039.565
TIR Resolución CREG 215 2021	12,09%
NE	0,041
FAOML	0,080
FAOMn	0,04
COSTOS AMBIENTALES (% DEL CAOM)	0,01
ID	0,99
VARIABLES ECONÓMICAS Y DEL MERCADO	



TARIFA ENERGÍA_PROYECCIÓN	\$	760
IPC_PROYECCIÓN		5,50%
IPP_PROYECCIÓN		4,50%
CRECIMIENTO POBLACIONAL		0,80%
INCREMENTO SMMLV		8,50%
IVA		19,00%

OTROS COSTOS Y GASTOS	
INTERVENTORIA	4,00%
% EXPANSIONES (AÑO 3)	3,00%
ALUMBRADO NAVIDEÑO+ DESARROLLOS TECNOLÓGICO + SMART CITIES	3,00%
SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS	0,00%
COMISIÓN FIDUCIARIA: 1 SMMLV_2024	\$ 1.371.500
RENDIMIENTOS FINANCIEROS	0,50%
GASTOS FINANCIEROS	0,100%

Tabla 73. Datos de entrada del modelo económico

Dentro del planteamiento de los escenarios se contempla:

217

- Planteamiento escenarios a 10 – 15 – 20 años.
- La inversión se ejecutará en un plazo de 12 meses, del mes 1 al mes 12, los valores de CINV y CAOM son prorrogados según se vaya realizando la inversión hasta el mes 12.
- La Vida útil de los activos será igual al tiempo de cada escenario, solo se mantiene la vida útil de los Fotocontroles y Telegestión a 8,75 años.
- En el Municipio de no se aplica la fracción de salinidad porque las condiciones ambientales no corresponden a este tipo de contaminación por cuanto no se encuentra a menos de 30 de Km del mar.
- Es importante aclarar que se incluyó el ajuste por eficacia lumínica indicado en el capítulo técnico para cada potencia seleccionada.
- Por último, el saldo remanente del IAP está destinado a cubrir el rubro de expansiones y reposiciones adicionales y atender todo lo relacionado con el crecimiento vegetativo del SALP, tanto en su área urbana como rural; alumbrado navideño, iluminación ornamental y tecnologías asociadas (smartcity).



- De acuerdo con el análisis de las alternativas para la prestación del servicio de alumbrado público se contempla el ejercicio financiero bajo un modelo de concesión.

8.1.1. Infraestructura después de la inversión

Una vez realizada la inversión por un valor de \$ 8.550.692.311, la infraestructura instalada para el municipio en pesos de 2024 será de \$ 10.001.391.822 millones de pesos, conformados como se describe en la siguiente tabla:

UNIDAD CONSTRUCTIVA	CANTIDAD	INFRAESTRUCTURA
FOTOCONTROL	5.169	\$ 355.208.511,00
LUMINARIA	6.444	\$ 6.677.183.953,00
POSTES Y MASTILES	431	\$ 1.227.904.987,00
PUNTO DE CONEXIÓN	5.163	\$ 707.480.727,00
REDES	60	\$ 498.412.002,66
SISTEMAS DE MEDIDA	10	\$ 11.281.415,00
TRANSFORMADORES	4	\$ 97.029.323,00
TELEGESTION	0	\$ 0,00
CANALIZACIONES	262	\$ 426.890.903,46
Total general	17.543	\$ 10.001.391.822,12

Tabla 74. Infraestructura del SALP después de la inversión

218

8.1.2. CAOM

El costo de Administración, Operación y Mantenimiento del SALP se remunera a partir del costo de reposición a nuevo de los activos del sistema (CRTA-CRA-CRAL) multiplicados por las fracciones correspondientes (FAOMS-FAOM-FAOML) máximas de reposición a nuevo; se tendrá el ID explicado en la sección de inversión para las luminarias reportadas como prendidas cuando deben estar apagadas, las intermitentes y las que estén por debajo del 70% del flujo luminoso; y el valor de la energía asociada (VCEEI).

$$CAOM = \sum_{n=1}^2 [((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID) - VCEEIn]$$

CAOM LUMINARIAS

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	\$ 7.384.664.680,00
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,08
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	\$ 1.047.529,00



COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	\$ 583.817.913,66
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	\$ 48.651.493,00

Tabla 75. CAOM Luminarias

CAOM ACTIVOS DIFERENTES A LUMINARIAS

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	\$ 2.616.727.142,00
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,08
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	\$ 0,00
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	\$ 103.622.394,82
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	\$ 8.635.200,00

Tabla 76. CAOM Activos diferentes a luminarias

El costo máximo mensual a remunerar por concepto de CAOM será de \$ 57.286.693,00 millones de pesos, el cual debe ser pagado con el recaudo del impuesto de alumbrado público.

8.1.3. CINV

219

La inversión inicial incluye todo el proceso de modernización, expansión y cobertura que requiere el alumbrado público del Municipio para que sea eficiente. Las inversiones deben hacerse teniendo en cuenta las características técnicas exigidas en los reglamentos técnicos en especial el RETILAP. Se tienen en cuenta costos comerciales de insumos puestos en sitio de las obras.

Las inversiones deben hacerse en un periodo no superior a doce (12) meses para que el impacto positivo se evidencie y se establezcan los indicadores de producto de un alumbrado público moderno y eficiente. Los costos son aproximaciones presupuestales que pueden cambiar dependiendo del tiempo que demore el proceso de compra y por otros aspectos propios de la actividad financiera y operativa.

Los cálculos regulatorios nos arrojan el valor mensual del CINV para el mes inmediatamente posterior al término de la inversión, cubriendo con esto tanto el pago de capital como intereses, aplicando la tasa vigente actualmente. Es importante aclarar que se incluyó el ajuste por eficacia lumínica, suponiendo que las luminarias a instalar tengan como mínimo una eficacia de 150 lum/w.

La inversión calculada para el modelo financiero de acuerdo con el numeral 7.1.4. del presente documento es de \$ 8.550.692.311.



En este caso, teniendo en cuenta que para cada escenario se ajusta la VÚ de los activos al tiempo del modelo financiero, se propone lo siguiente:

DESCRIPCION	VÚ 10 AÑOS	VÚ 15 AÑOS	VÚ 20 AÑOS
INVERSIÓN TOTAL	\$ 8.550.692.311	\$ 8.550.692.311	\$ 8.550.692.311
CAAE _n -	\$ 1.612.563.966	\$ 1.350.786.559,00	\$ 1.238.656.459,00
CAANE _n -	\$ 76.680.718	\$ 64.157.166	\$ 58.792.810
ID	0,99	0,99	0,99
COSTO CINV MAX ANUAL	\$ 1.672.352.237	\$ 1.400.794.288	\$ 1.284.474.776
COSTO CINV MAX. MENSUAL	\$ 139.362.686	\$ 116.732.857	\$ 107.039.565

Tabla 77. Descripción CINV del proyecto

8.1.4. Costo de la energía con destino al SALP

Teniendo en cuenta la modernización del parque lumínico se calcula el costo de la energía para el modelo financiero:

TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
LED	Luminaria LED 27W	27	0	2726	73,60	26.496,72
	Luminaria LED 103W	103	1	102	10,61	3.818,88
	Luminaria LED 35W	35	2	2487	92,02	33.126,84
	Luminaria LED 70W	70	3	381	27,81	10.012,68
	Luminaria LED 128W	128	3	59	7,73	2.782,44
	Reflector LED 100W	100	4	290	30,16	10.857,60
	Reflector LED 200W	200	4	145	29,58	10.648,80
	Reflector LED 400W	400	5	138	55,89	20.120,40
	Luminaria Led 5w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 30w	30	6	16	0,58	207,36
	Luminaria Led 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 42w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 50w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 56w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 60w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 66w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 90w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 100w	100	18	100	11,80	4.248,00
	Luminaria Led 120w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 150w			0	0,00	0,00



TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
	Reflector Led 200w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 400w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 125w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 175w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 70w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 150w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Solar 40W			0	0,00	0,00
CARGA TOTAL	TOTAL			6.444	339,78	122.319,72

221

FACTOR PERDIDAS

11%

CONSUMO EN NT2

137.833

COSTO DE ENERGÍA	\$ 104.752.929
CARGA INSTALADA	382,868894
CARGA INDISPONIBILIDAD	3,83

Tabla 78. Costo de la energía para el modelo financiero

8.1.5. Escenarios Modelos Financieros

De acuerdo con los datos indicados en la tabla de entrada y los costos de CAOM, CINV y energía determinados, se realizó la modelación de los ingresos y egresos para la prestación del servicio de alumbrado público bajo un esquema de concesión a 10, 15 y 20 años.

A continuación, se destacan los datos más relevantes para cada modelo financiero propuesto:

	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
INVERSIONES (OPERADOR)	\$ 8.550.692.311,00	\$ 9.055.834.552,18	\$ 9.055.834.552,18
INVERSIÓN INICIAL	\$ 8.550.692.311,00	\$ 8.550.692.311,00	\$ 8.550.692.311,00
INVERSIÓN 1	\$ -	\$ 505.142.241,18	\$ 505.142.241,18
INVERSIÓN 2	\$ -	\$ -	\$ -



INGRESOS DEL PROYECTO	\$ 2.942.354.748,00	\$ 2.942.354.748,00	\$ 2.942.354.748,00
RECAUDO IMPUESTO ALUMBRADO (AÑO 1)	\$ 2.927.716.164,00	\$ 2.927.716.164,00	\$ 2.927.716.164,00
RENDIMIENTOS FINANCIEROS (AÑO 1)	\$ 14.638.584,00	\$ 14.638.584,00	\$ 14.638.584,00
EGRESOS DEL PROYECTO	\$ 27.916.053.195,94	\$ 42.444.873.794,47	\$ 60.957.987.752,51
REMUNERACION CREG 101 013 - 2022			
CAOM	\$ 8.132.333.610,00	\$ 13.972.719.858,00	\$ 21.250.903.722,00
CINV	\$ 19.783.719.585,94	\$ 28.472.153.936,47	\$ 39.707.084.030,51
COSTO VIDA UTIL REMANENTE	\$ -		
SALDO DEL PERIODO (AÑO FINAL)	-\$ 651.692.424,00	-\$ 51.393.912,00	\$ 541.367.448,00
SALDO ACUMULADO (AÑO FINAL)	-\$ 6.056.135.174,93	-\$ 4.041.256.462,65	\$ 209.663.383,31

Tabla 79. Escenarios modelo financiero

Escenario 10 años:

- El flujo de caja cierra negativo. Al final del ejercicio el municipio quedaría con una deuda de aproximadamente -\$6.056 MCOP.
- Se contempla una vida útil de la infraestructura a 10 años a excepción de los fotocontroles.
- El flujo de caja no permite realizar inversiones para la renovación de la infraestructura.

222

Escenario 15 años:

- El flujo de caja cierra negativo. Al final del ejercicio el municipio quedaría con una deuda de aproximadamente -\$4.041 MCOP.
- Se contempla una vida útil de la infraestructura a 15 años a excepción de los fotocontroles.
- En este escenario se contempla la reinversión en fotocontroles al año 9.

Escenario 20 años:

- El flujo de caja cierra positivo en el periodo. Al final del ejercicio el municipio quedaría con un saldo positivo acumulado de \$209 MCOP.
- Se contempla una vida útil de la infraestructura a 20 años a excepción de los fotocontroles.
- En este escenario se contemplan la reinversión en fotocontroles al año 9.
- Al final de este periodo la infraestructura ya habrá cumplido su vida útil y se deberán contemplar reinversiones en luminarias, postes, transformadores y demás activos para garantizar la prestación.



8.2. Modelo financiero de la prestación del servicio de alumbrado público (Sociedad de Economía Mixta)

A partir de la estructura de ingresos y egresos presentada en el anterior numeral, a continuación, se mostrarán las proyecciones financieras a 10, 15, 20 Y 30 años, para el sostenimiento del Sistema de Alumbrado Público en el Municipio, describiéndose los criterios de cálculo de las proyecciones enunciadas.

Para la entrada en funcionamiento de la SEM, en el modelo financiero se parte del precepto de que el recaudo del impuesto de alumbrado público debe alcanzar los 273 Millones de pesos, lo cual requeriría modificaciones al Acuerdo Municipal 019 de 2022 que dispone las tarifas del cobro del impuesto, como se expuso en el numeral 7.2 sobre el análisis de suficiencia financiera.

Unido a lo anterior, se utilizarán las variables descritas dentro de la metodología CREG 101 013 de 2022.

DATOS CONFORME A LA RESOLUCIÓN CREG 101 013	
SALDO INICIAL MUNICIPIO	\$ -
RECAUDO DEL IMPUESTO AP	\$ 273.295.941
INVERSIÓN	\$ 8.550.692.311
CAOM	\$ 57.286.693
CINV	\$ 107.039.565
TIR Resolución CREG 215 2021	12,09%
NE	0,041
FAOML	0,080
FAOMn	0,04
COSTOS AMBIENTALES (% DEL CAOM)	0,01
ID	0,99
COSTO DE LA UCAP	
COSTO DE INGENIERIA	7,00%
COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA OBRA	7,00%
COSTO DEL INSPECTOR	4,00%
COSTO DE INTERVENTORÍA	4,00%
COSTO DE LAS CERTIFICACIONES RETIE Y RETILAP	3,00%
COSTO FINANCIERO	1,16%
VARIABLES ECONÓMICAS Y DEL MERCADO	
TARIFA ENERGÍA_PROYECCIÓN	\$ 760
IPC_PROYECCIÓN	4,00%
IPP_PROYECCIÓN	3,50%
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0,80%
INCREMENTO SMMLV	8,00%
IVA	19,00%
OTROS COSTOS Y GASTOS	
INTERVENTORIA	4,00%
% EXPANSIONES (AÑO 3)	5,00%



ALUMBRADO NAVIDEÑO+ DESARROLLOS TECNOLOGICO + SMART CITIES	4,00%
SISTEMA DE GESTION DE ACTIVOS	0,00%
COMISIÓN FIDUCIARIA: 1 SMMMLV_2024	\$ 1.501.793
RENDIMIENTOS FINANCIEROS	0,50%
GASTOS FINANCIEROS	0,100%

Tabla 80.Datos de entrada del proyecto.

- **Objeto:** Prestar el servicio de Alumbrado Público que incluye la administración, operación, mantenimiento, repotenciación, expansión, modernización, desarrollos tecnológicos asociados y actividades relacionadas con el servicio, por mencionar encontramos la iluminación ornamental y navideña; de igual manera, la empresa podrá desarrollar actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica producida a partir de cualquier clase de fuentes, sean convencionales o no convencionales, incluyendo las renovables y no renovables, la Empresa podrá adelantar actividades propias de la planeación, estructuración, desarrollo, puesta en operación, administración, operación y mantenimiento de proyectos de eficiencia energética.
- **Duración:** De conformidad con el análisis de viabilidad financiera del esquema de prestación del servicio de Alumbrado Público y de la Empresa de Servicios Públicos Mixta propuesta, la duración de la Empresa será de treinta (30) años.
- **Estructura y planta de personal propuesta para la nueva Empresa mixta:** De acuerdo con el objeto y propósito asignado a la Empresa de Servicios Públicos Mixta que se pretende crear, se estima necesario dotarla de una planta de personal que permita su desarrollo, tomando en cuenta las condiciones de mercado y disponibilidad de personal calificado para la atención de este tipo de proyectos.
- **Fuente de financiación para el sostenimiento de la ESP MIXTA:** El sostenimiento de la empresa de servicios públicos mixta que se pretende crear será financiado a partir de la transferencia del recurso del impuesto de alumbrado público que recauda el municipio de PAIPA, el cual se encuentra habilitado por las disposiciones del artículo 352 de la Ley 1819 de 2016 al fungir la ESP MIXTA como prestador autorizado del servicio de alumbrado público a partir del momento de su creación.
- **Dependencia, departamento administrativo o secretaria que llevará a cabo la supervisión y ejercerá la tutela a la nueva ESP MIXTA:** lo concerniente con la planeación, seguimiento y ejecución de obras públicas tendientes a la prestación de los servicios públicos a cargo del municipio se encuentran a cargo de la Secretaría de Planeación, con lo cual, será dicha dependencia la encargada de ejercer la supervisión y tutela de la nueva ESP MIXTA.

224

8.2.1. Gastos de funcionamiento ESP MIXTA



- **Órganos de dirección y administración de la nueva ESP MIXTA:**

La Empresa de Servicios Públicos Mixta tendrá los siguientes órganos de dirección y administración expuestos a continuación:

ORGANOS DE DIRECCIÓN DE LA SOCIEDAD DE ECONOMÍA MIXTA

- Asamblea General de Accionistas
- Junta Directiva
- Gerente o Representante Legal
- Revisoría Fiscal

ORGANOS DE ADMINISTRACIÓN SOCIEDAD DE ECONOMÍA MIXTA

- Gerente
- Profesional técnico
- Profesional financiero y tesorería
- Recepción – atención al público
- Contador público
- Auxiliar contable
- Coordinador HSEQ
- Auxiliar de sistemas
- Gestor social

225

El anterior esquema presentado se adaptó al municipio a manera de ejemplo, que servirá como guía de conformación administrativa para la Sociedad de Economía Mixta en el municipio de Paipa en el departamento de Boyacá.

- **Asamblea General de Accionistas**

La Asamblea General de Accionistas funge como el máximo órgano social de dirección, dado que en este concurren la totalidad de los socios o accionistas que conforman el capital social, siendo este órgano el llamado a adoptar las decisiones necesarias para asegurar el cumplimiento de los estatutos sociales y tomar cualquier medida que exija el interés de la sociedad.

- **Junta Directiva**

La Junta Directiva es un órgano colegiado de carácter administrativo y tiene como atribuciones ordinarias ordenar que se ejecuten o celebren los actos o contratos comprendidos dentro del



objeto social, así como tomar determinaciones necesarias para el cumplimiento de los fines de la sociedad comercial.

La Junta Directiva deberá estar conformada por mínimo tres (3) miembros en el caso de las sociedades anónimas. Sin embargo, para el caso que nos ocupa, se estima necesario contar con cinco (5) miembros que tengan el conocimiento, capacidad y experiencia para deliberar y tomar decisiones acerca de los asuntos de los que se encargará la ESP MIXTA. Esto, dada la relevancia y trascendencia del servicio de Alumbrado Público en el municipio.

En este orden de ideas, el presidente de la Junta Directiva será el alcalde municipal, y los demás miembros serán designados de la siguiente manera, en aras de garantizar que exista un debate técnico y rico en argumentos para la adopción de decisiones en el seno del órgano social:

- Un miembro de la Junta Directiva deberá ser el secretario de planeación.
- Dos miembros serán designados por el accionista o accionistas privados, con sus respectivos suplentes.
- El último miembro con su suplente deberá ser designados por el municipio a partir de una terna presentada por el accionista o accionistas privados.

226

▪ **Gerente o Representante Legal**

Será el encargado de representar a la Empresa de Servicios Públicos Mixta en todos sus asuntos y negocios, así como de hacer cumplir los Estatutos sociales y las determinaciones adoptadas por la Asamblea General de Accionistas y la Junta Directiva.

El Gerente o Representante Legal será designado por la Junta Directiva de la Empresa.

▪ **Revisoría fiscal**

La Empresa de Servicios Públicos Mixta contará con un revisor fiscal que deberá cumplir las funciones especificadas en el artículo 207 del Código de Comercio, así como todas aquellas que la Ley y los Estatutos le asignen.

El revisor fiscal será designado por la Junta Directiva de la Empresa de Servicios Públicos Mixto.

- **Tipo societario para la constitución de la nueva ESP MIXTA:** El tipo societario escogido para conformar la nueva Entidad Descentralizada es Sociedad por Acciones Simplificada-SAS, la cual se encuentra sometida a la Ley 1258 de 2008 y las disposiciones aplicables a las sociedades anónimas en el código de comercio, en lo que no se regule expresamente en la mencionada Ley.



Lo anterior, tomando en consideración que la Empresa de Servicios Públicos Mixta a constituir debe poder desempeñarse en el tráfico mercantil en condiciones que le permitan ejercer de manera eficiente y ágil sus funciones, y atendiendo a que, las sociedades anónimas requieren un número mínimo de cinco (5) socios para su conformación, limitación que no aplica para las SAS.

- **Integración del patrimonio de la nueva ESP MIXTA:** El patrimonio de la Empresa de Servicios Públicos Mixta que se pretende crear estará integrado de la siguiente manera:
- ✓ Bienes, ingresos, fondos, participaciones o recursos públicos, que se le asignen o traspasen, conforme a las normas vigentes.
- ✓ Bienes muebles o inmuebles, recursos, participaciones y demás aportes que efectúen los socios.
- ✓ Los ingresos provenientes del desarrollo de su actividad y del giro ordinario de sus negocios.
- ✓ Las tasas, rendimientos o contribuciones que se le asignen.
- ✓ Los bienes que adquiera a cualquier título.
- ✓ Las sumas, valores o bienes que reciba por la venta o arrendamiento de bienes de su propiedad y de servicios de cualquier naturaleza.
- ✓ Las donaciones o asistencia técnica, nacional o internacional, que reciba a cualquier título.

227

Así pues, teniendo en cuenta los costos y gastos ordinarios que demanda la operación de una Empresa en condiciones normales de mercado en el municipio de Paipa, se realizó el siguiente esquema de costos anuales para la ESP MIXTA, tomando en consideración las diferentes actividades que se ejecutarán:

PRESUPUESTO DETALLADO ESP MIXTA

Tipo de Gasto		Concepto	Totales
GASTOS DE PERSONAL	Nómina	\$	230.031.565
	Salario	\$	149.082.000
	Gerente	\$	42.000.000



Profesional técnico	\$	24.000.000
Profesional jurídico	\$	-
Profesional financiero y tesorería	\$	24.000.000
Secretaria	\$	-
Recepción - Atención al público	\$	17.082.000
Contador público	\$	24.000.000
Auxiliar contable	\$	-
Coordinador HSEQ	\$	18.000.000
Supervisor HSEQ	\$	-
Auxiliar en sistemas	\$	-
Conductor - Mensajero	\$	-
Gestor social	\$	-
Gestor social	\$	-
Auxilio de transporte	\$	20.200.000
Gerente	\$	-
Profesional técnico	\$	2.400.000
Profesional jurídico		
Profesional financiero	\$	2.400.000
Secretaria		
Recepción - Atención al público	\$	2.400.000
Contador público	\$	2.400.000
Auxiliar contable		
Coordinador HSEQ	\$	2.400.000
Supervisor HSEQ		
Auxiliar en sistemas	\$	2.200.000
Conductor - Mensajero		
Gestor social	\$	2.200.000
Gestor social		
Cesantías	\$	14.106.833
Gerente	\$	3.500.000
Profesional técnico	\$	2.200.000
Profesional jurídico	\$	66.667
Profesional financiero	\$	2.200.000
Secretaria	\$	66.667
Recepción - Atención al público	\$	1.623.500
Contador público	\$	2.200.000
Auxiliar contable	\$	66.667
Coordinador HSEQ	\$	1.700.000
Supervisor HSEQ	\$	66.667
Auxiliar en sistemas	\$	183.333



Conductor - Mensajero	\$	50.000
Gestor social	\$	183.333
Gestor social	\$	-
Intereses sobre cesantías	\$	1.692.820
Gerente	\$	420.000
Profesional técnico	\$	264.000
Profesional jurídico	\$	8.000
Profesional financiero	\$	264.000
Secretaria	\$	8.000
Recepción - Atención al público	\$	194.820
Contador público	\$	264.000
Auxiliar contable	\$	8.000
Coordinador HSEQ	\$	204.000
Supervisor HSEQ	\$	8.000
Auxiliar en sistemas	\$	22.000
Conductor - Mensajero	\$	6.000
Gestor social	\$	22.000
Gestor social	\$	-
Primas	\$	14.106.833
Gerente	\$	3.500.000
Profesional técnico	\$	2.200.000
Profesional jurídico	\$	66.667
Profesional financiero	\$	2.200.000
Secretaria	\$	66.667
Recepción - Atención al público	\$	1.623.500
Contador público	\$	2.200.000
Auxiliar contable	\$	66.667
Coordinador HSEQ	\$	1.700.000
Supervisor HSEQ	\$	66.667
Auxiliar en sistemas	\$	183.333
Conductor - Mensajero	\$	50.000
Gestor social	\$	183.333
Gestor social	\$	-
Vacaciones	\$	6.211.750
Gerente	\$	1.750.000
Profesional técnico	\$	1.000.000
Profesional jurídico	\$	-
Profesional financiero	\$	1.000.000
Secretaria	\$	-



Recepción - Atención al público	\$	711.750
Contador público	\$	1.000.000
Auxiliar contable	\$	-
Coordinador HSEQ	\$	750.000
Supervisor HSEQ	\$	-
Auxiliar en sistemas	\$	-
Conductor - Mensajero	\$	-
Gestor social	\$	-
Gestor social	\$	-
Pensión (empleador)	\$	17.889.840
Gerente	\$	5.040.000
Profesional técnico	\$	2.880.000
Profesional jurídico	\$	-
Profesional financiero	\$	2.880.000
Secretaria	\$	-
Recepción - Atención al público	\$	2.049.840
Contador público	\$	2.880.000
Auxiliar contable	\$	-
Coordinador HSEQ	\$	2.160.000
Supervisor HSEQ	\$	-
Auxiliar en sistemas	\$	-
Conductor - Mensajero	\$	-
Gestor social	\$	-
Gestor social	\$	-
ARL	\$	778.208
Gerente	\$	219.240
Profesional técnico	\$	125.280
Profesional jurídico	\$	-
Profesional financiero	\$	125.280
Secretaria	\$	-
Recepción - Atención al público	\$	89.168
Contador público	\$	125.280
Auxiliar contable	\$	-
Coordinador HSEQ	\$	93.960
Supervisor HSEQ	\$	-
Auxiliar en sistemas	\$	-
Conductor - Mensajero	\$	-
Gestor social	\$	-
Gestor social	\$	-



	CCF	\$	5.963.280
	Gerente	\$	1.680.000
	Profesional técnico	\$	960.000
	Profesional jurídico	\$	-
	Profesional financiero	\$	960.000
	Secretaria	\$	-
	Recepción - Atención al público	\$	683.280
	Contador público	\$	960.000
	Auxiliar contable	\$	-
	Coordinador HSEQ	\$	720.000
	Supervisor HSEQ	\$	-
	Auxiliar en sistemas	\$	-
	Conductor - Mensajero	\$	-
	Gestor social	\$	-
	Gestor social	\$	-
	Dotación	\$	-
	Exámenes médicos de ingreso/periódicos	\$	-
	Bono navideño	\$	-
HONORARIOS	Honorarios	\$	-
ARRIENDO	Arriendo oficina	\$	18.000.000
SERVICIOS	Alarma (vigilancia)	\$	18.000.000
	Acueducto y alcantarillado		
	Aseo		
	Energía eléctrica		
	Internet		
	Celulares		
	Correspondencia		
GASTOS LEGALES	Certificado de cámara de comercio	\$	-
	Renovación de cám.cio.	\$	-
MANTENIMIENTO	Muebles y enseres	\$	13.200.000
	Aire acondicionado		
	Equipo de computación y comunicación		
	Computadores		
	Impresora		
	Servidor		
DIVERSOS	Elementos de aseo y cafetería	\$	18.000.000



	Útiles de papelería		
	Viáticos		
GASTOS FINANCIEROS	GMF	\$	-
	Chequera	\$	-
	Banca virtual y token	\$	-
TOTAL		\$	297.231.565

Tabla 81. Presupuesto detallado ESP MIXTA Municipio de Paipa. Fuente de elaboración propia. 2025.

8.2.2. Infraestructura después de la inversión

Una vez realizada la inversión por un valor de \$ 8.550.692.311, la infraestructura instalada para el municipio en pesos de 2024 será de \$ 10.001.391.822 millones de pesos, conformados como se describe en la siguiente tabla:

UNIDAD CONSTRUCTIVA	CANTIDAD	INFRAESTRUCTURA
FOTOCONTROL	5.169	\$ 355.208.511,00
LUMINARIA	6.444	\$ 6.677.183.953,00
POSTES Y MASTILES	431	\$ 1.227.904.987,00
PUNTO DE CONEXIÓN	5.163	\$ 707.480.727,00
REDES	60	\$ 498.412.002,66
SISTEMAS DE MEDIDA	10	\$ 11.281.415,00
TRANSFORMADORES	4	\$ 97.029.323,00
TELEGESTION	0	\$ 0,00
CANALIZACIONES	262	\$ 426.890.903,46
Total general	17.543	\$ 10.001.391.822,12

Tabla 82. Infraestructura del SALP después de la inversión

8.2.3. CAOM

El costo de Administración, Operación y Mantenimiento del SALP se remunera a partir del costo de reposición a nuevo de los activos del sistema (CRTA-CRA-CRAL) multiplicados por las fracciones correspondientes (FAOMS-FAOM-FAOML) máximas de reposición a nuevo; se tendrá el ID explicado en la sección de inversión para las luminarias reportadas como prendidas cuando deben estar apagadas, las intermitentes y las que estén por debajo del 70% del flujo luminoso; y el valor de la energía asociada (VCEEI).

$$CAOM = \sum_{n=1}^2 [((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID] - VCEEIn]$$

CAOM LUMINARIAS

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	\$ 7.384.664.680,00
-----------------------------------	---------------------



FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,08
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	\$ 1.047.529,00
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	\$ 583.817.913,66
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	\$ 48.651.493,00

Tabla 83.CAOM Luminarias

CAOM ACTIVOS DIFERENTES A LUMINARIAS

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	\$ 2.616.727.142,00
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,08
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	\$ 0,00
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	\$ 103.622.394,82
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	\$ 8.635.200,00

Tabla 84.CAOM Activos diferentes a luminarias

233

El costo máximo mensual a remunerar por concepto de CAOM será de \$ 57.286.693,00 millones de pesos, el cual debe ser pagado con el recaudo del impuesto de alumbrado público.

8.2.4. CINV

La inversión inicial incluye todo el proceso de modernización, expansión y cobertura que requiere el alumbrado público del Municipio para que sea eficiente. Las inversiones deben hacerse teniendo en cuenta las características técnicas exigidas en los reglamentos técnicos en especial el RETILAP. Se tienen en cuenta costos comerciales de insumos puestos en sitio de las obras.

Las inversiones deben hacerse en un periodo no superior a doce (12) meses para que el impacto positivo se evidencie y se establezcan los indicadores de producto de un alumbrado público moderno y eficiente. Los costos son aproximaciones presupuestales que pueden cambiar dependiendo del tiempo que demore el proceso de compra y por otros aspectos propios de la actividad financiera y operativa.

Los cálculos regulatorios nos arrojan el valor mensual del CINV para el mes inmediatamente posterior al término de la inversión, cubriendo con esto tanto el pago de capital como intereses, aplicando la tasa vigente actualmente. Es importante aclarar que se incluyó el



ajuste por eficacia lumínica, suponiendo que las luminarias a instalar tengan como mínimo una eficacia de 150 lum/w.

La inversión calculada para el modelo financiero de acuerdo con el numeral 7.1.4. del presente documento es de \$ 8.550.692.311.

Por otra parte, para el caso de las inversiones a ejecutarse por medio de una SEM, a continuación, se plantean los escenarios calculados en el modelo financiero:

Inversiones	Año 1	Año 9	Año 18	Año 27
Fotocontroles	\$ 355.208.511	\$ 467.741.777	\$ 839.444.732	\$ 2.053.247.027
	\$ 355.208.511	\$ 467.741.777	\$ 839.444.732	\$ 2.053.247.027
Años	10	15	20	30
Inv. Inicial	\$ 8.550.692.311	\$ 8.550.692.311	\$ 8.550.692.311	\$ 8.550.692.311
Inv. Adicional	0	\$ 467.741.777	\$ 1.307.186.509	\$ 3.360.433.536
Resultado flujo de caja	-\$ 7.316.020.949	-\$ 7.225.530.201	-\$ 6.372.678.783	\$ 989.035.005

Tabla 85. Descripción CINV del proyecto. SEM. 2025.

8.2.5. Costo de la energía con destino al SALP

234

Teniendo en cuenta la modernización del parque lumínico se calcula el costo de la energía para el modelo financiero:

TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
LED	Luminaria LED 27W	27	0	2726	73,60	26.496,72
	Luminaria LED 103W	103	1	102	10,61	3.818,88
	Luminaria LED 35W	35	2	2487	92,02	33.126,84
	Luminaria LED 70W	70	3	381	27,81	10.012,68
	Luminaria LED 128W	128	3	59	7,73	2.782,44
	Reflector LED 100W	100	4	290	30,16	10.857,60
	Reflector LED 200W	200	4	145	29,58	10.648,80
	Reflector LED 400W	400	5	138	55,89	20.120,40
	Luminaria Led 5w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 30w	30	6	16	0,58	207,36
	Luminaria Led 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 42w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 50w			0	0,00	0,00



TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
	Luminaria Led 56w	100	18	0	0,00	0,00
	Luminaria Led 60w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 66w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 90w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 100w			100	11,80	4.248,00
	Luminaria Led 120w			0	0,00	0,00
	Luminaria Led 150w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 200w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Led 400w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 125w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 175w			0	0,00	0,00
	Reflector Metal Halide 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 20w			0	0,00	0,00
	Luminaria Fluorescente 40w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 70w			0	0,00	0,00
	Luminaria Sodio 150w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 250w			0	0,00	0,00
	Reflector Sodio 400w			0	0,00	0,00
	Luminaria Solar 40W			0	0,00	0,00
CARGA TOTAL	TOTAL			6.444	339,78	122.319,72

FACTOR PERDIDAS	11%
CONSUMO EN NT2	137.833

COSTO DE ENERGÍA	\$ 104.752.929
CARGA INSTALADA	382,868894
CARGA INDISPONIBILIDAD	3,83

Tabla 86. Costo de la energía para el modelo financiero

8.2.6. Escenario modelo financiero

El modelo financiero para la ESP SEM propuesto para el municipio de Paipa - Boyacá se encuentra en el **anexo K** del presente documento.



9. Conclusiones y/o recomendaciones

A partir del análisis ejecutado sobre cada capítulo del presente documento, se realizó una valoración en general sobre todos los componentes esenciales sobre la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de Paipa, destacando la situación actual en la que se encuentra la prestación del servicio en materia contractual, técnica y financiera, que permitirán posteriormente detectar las necesidades presentes en cada uno de los componentes en mención.

Luego de analizar la situación actual de la presentación del servicio se pudieron detectar las deficiencias en materia de infraestructura y en el modelo de prestación del servicio, dando la oportunidad de proponer mecanismos y soluciones que permitan solventar las necesidades. De este modo, el Estudio Técnico de Referencia provee al municipio de Paipa de herramientas de valor que sirven como soporte para las decisiones encaminadas en la búsqueda de mecanismos de mejoramiento de la prestación del servicio.

En este punto es importante mencionar que, actualmente, Paipa es el ente encargado de la prestación del servicio de AP y de las actividades relacionadas con la Administración, Operación y Mantenimiento e interventoría, por medio de gestiones realizadas desde la Alcaldía Municipal, significando que los procesos de modernización, expansión, repotenciación, entre otros, en muchas oportunidades no presentan un ritmo constante de crecimiento, sostenibilidad, mejoramiento a mediano o largo plazo, retrasando así los procesos de desarrollo que podría presentar la prestación de este servicio público no domiciliario. En este sentido, el Municipio presenta la necesidad de buscar contratar a un tercero privado que lo secunde en todos los proyectos relacionados con la prestación del servicio, dándole cumplimiento a todas las metas trazadas por el gobierno municipal en materia de gestión del Sistema de Alumbrado Público.

Por otra parte, es recomendable que el municipio de Paipa adelante procesos de contratación de la interventoría y/o supervisión para los proyectos de alumbrado público que se pacten a ejecutar, así como también ejercer debidamente todos los procesos de seguimiento de los componentes técnicos, jurídicos y financieros; velando de esta manera por la correcta ejecución de las actividades armonizadas con la prestación del servicio de AP y manejo del Sistema de Alumbrado Público. La interventoría también tiene la responsabilidad de realizar los reportes relacionados con el estado en el que se encuentre la infraestructura del sistema, así como también los procesos de mantenimiento y necesidades que se vayan presentando mes a mes. En este sentido, es de reconocer que el Ente Territorial lo reviste el deber de adelantar procesos de contratación de la interventoría, buscando cumplir con todos los requerimientos de ley en materia contractual.

En relación con el estado actual de la infraestructura del municipio, nos encontramos con un parque lumínico distribuido en 19 barrios y 39 veredas que abarcan un total de 30.058,59 hectáreas del total del municipio y constituyen un 98% del suelo. En la actualidad, la



infraestructura de alumbrado público en Paipa presenta un total de 5.597 luminarias, a partir del último censo realizado durante el año 2024. Las tecnologías de las luminarias existentes dentro del parque lumínico del municipio se encuentran en su mayor proporción sin modernizar, es decir, en tecnologías antiguas diferentes a LED.

Las luminarias del Sistema de Alumbrado Público actual del municipio se distribuyen por tecnología de la siguiente manera: 616 luminarias LED, 35 luminarias Mercurio, 4.882 luminarias de Sodio, 28 luminarias fluorescente, 36 luminarias solares, obteniendo un total de 5.597 luminarias. Con esta información se hace constar que el parque lumínico actual del municipio presenta mayoría de luminarias en tecnología Sodio.

Asimismo, con base en la información expuesta sobre el censo realizado de infraestructura existente, se obtuvo que existen 616 postes sin luminarias los cuales son de pertenencia de operador de red, es decir, postes mixtos, que podrían utilizarse en proyectos de expansiones.

Expuesto lo anterior y una vez detectadas las necesidades del SALP, es importante plantear proyectos que busquen brindar las mejoras necesarias para la potencialización del servicio en el municipio de la siguiente manera: se priorizó en la etapa 1 del proyecto de modernización y expansión la instalación de un total de 6.328 luminarias en tecnología LED, que se encargarían de solventar necesidades priorizadas en el sistema de alumbrado público del municipio de Paipa, que tendrán una potencia total igual a 341.12 Kw.

237

Considerando los proyectos de modernización y expansión propuestos en el capítulo 5 (definición de las necesidades del servicio), la determinación de costos máximos para prestación del servicio contenido en el capítulo 7, plantea la inversión por un total de \$ 8.550.692.311, para el cubrimiento y ejecución de los proyectos, buscando la mejora continua de la cobertura, calidad y eficiencia de la prestación del servicio de Alumbrado Público; dándole cumplimiento a los objetivos trazados por el gobierno municipal, en la búsqueda de satisfacer las necesidades existentes, promoviendo entornos seguros e iluminados para toda la comunidad.

Así pues, el Municipio, debe evaluar el camino adecuado para llevar a cabo la inversión, lo cual conlleva a la revisión del esquema actual, teniendo en cuenta las falencias que este puede tener y así buscar una fuente de inversión adecuada. Unido a esto, se menciona que la presente determinación de costos para la prestación del servicio de AP, planteada bajo la metodología CREG 101 013 de 2022, considerando todas las necesidades detectadas que requieren nuevas inversiones y a su vez, brindando la posibilidad de reconsiderar el esquema actual de prestación del servicio de alumbrado público bajo el que se encuentra hoy día la entidad territorial.

Si el municipio decide llevar a cabo el plan de inversión y en el caso de que se adopte alguno de los modelos financieros propuestos en el presente documento (concesión y/o SEM), sería posible ejecutar las inversiones planteadas si se contrata un operador con experiencia y capacidad financiera y así, sea remunerado a largo plazo tal y como se encuentra expuesto en los modelos financieros. Este operador se encargaría de los procesos relacionados con la



expansión, modernización, repotenciación, así como también la administración, operación y mantenimiento del SALP, entre otras actividades pertinentes para la prestación del servicio, buscando así brindar un servicio de óptima calidad para el municipio de Paipa.

EN el capítulo 6 y 8 del documento presenta las alternativas para la implementación del esquema de prestación del servicio de alumbrado público, brindándole al municipio diversos mecanismos para la realización de la contratación del servicio para que, con esta información, se realice la selección del modelo financiero que considere pertinente, permitiéndose cumplir con las metas y gestiones trazadas en esta materia.

En cuanto a la suficiencia financiera de las tarifas actuales de cobro del impuesto de alumbrado público contenidas en el Estatuto de Rentas Municipal No. 019 de 2022; en el numeral 7.2 del presente documento, se realizó el análisis detallado de las mismas dependiendo a cada uno de los modelos financieros presentados, y se proponen los mecanismos para cada uno de los tipos de usuarios de alumbrado público que debería revisar y reestructurar el municipio en materia de tarifas, buscando la manera de garantizar el aumento de los ingresos del impuesto de alumbrado público y se puedan solventar las necesidades presentes en el sistema de alumbrado público.

Finalmente, el Estudio Técnico de Referencia presentado se encuentra fundamentado bajo la normativa establecida RETIE Y RETILAP, el Decreto 943 de 2018, la Resolución CREG 101 013 de 2022, las cuales permiten que se cumpla con el objetivo del documento y proporciona al municipio una herramienta indispensable de toma de decisiones para la gestión adecuada del servicio de alumbrado público en el municipio de Paipa.



10. Anexos Estudio Técnico de Referencia

- ANEXO A: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PERFILES
- ANEXO B: GEOREFERENCIACIÓN
- ANEXO C: CLASIFICACIÓN DE VÍAS
- ANEXO D: FICHAS TÉCNICAS LUMINARIAS SELECCIONADAS
- ANEXO E: SIMULACIÓN DE PERFILES TIPO DEL MUNICIPIO
- ANEXO F: RESULTADOS POR PROVEEDOR
- ANEXO G: LEVANTAMIENTOS EN CAMPO
- ANEXO H: REGISTRO FOTOGRAFICO
- ANEXO I: MATRIZ DOFA
- ANEXO J: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
- ANEXO K: FLUJO FINANCIERO
- ANEXO L: PROYECTO DE ACUERDO MODIFICATORIO DE TARIFAS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO (Acuerdo 019 de 2022).

239