ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DE LA PRESTACION DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES TÉCNICO, REGULATORIO, FINANCIERO Y AMBIENTAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL– DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.



EESTUDIO TE

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

SEPTIEMBRE DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I DESCRIPCIÓN GENERAL Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 12

1.1. INTRODUCCION _____ 12

1.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO _____ 13

1.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO _____ 16

1.4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO _____ 17

1.5. OBJETIVOS _____ 18

CAPITULO 2 LEGALIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO 19

2.1. ANTECEDENTES _____ 19

2.2. GLOSARIO DE TERMINOS USADOS EN EL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO _____ 19

2.3. DEFINICIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO _____ 23

2.4. RESPONSABILIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO. _____ 24

2.5. MARCO NORMATIVO DE PRESTACION DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO _____ 24

CAPITULO 3 CARACTERISTICAS Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LUMBRADO PÚBLICO..... 33

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. _____ 33

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO. _____ 33

3.3 ÁREA DE CUBRIMIENTO DEL SERVICIO _____ 34

3.4 NIVELES DE EFICIENCIA y calidad DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO _____ 34

3.5 CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL ESPACIO O TIPO DE VÍA Y SUS PARAMETROS DE DISEÑO. ____ 37

CAPITULO 4 LA PRESTACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL..... 75

4.1 Suministro de Energía Eléctrica para el Alumbrado Público en SAN RAFAEL _____ 75

4.2 Mecanismo Actual de Recaudo del Impuesto de Alumbrado Público _____ 75

4.3 Censo e Inventario ACTUAL de LOS PUNTOS LUMINICOS EXISTENTES _____ 76

4.4 Cuadro de Carga del Censo Actual de Alumbrado Público instaladas en el Municipio de SAN RAFAEL77

4.5 Análisis de la Carga Instalada actualmente. _____ 78

4.6 Cuadro de Carga Repotenciando el Servicio con Tecnología LED _____ 79

4.7 Análisis de Carga con Tecnología LED. _____ 80

4.8 NECESIDAD de un Plan de Mantenimiento para el Alumbrado Público _____ 82

4.9 Relación entre el factor de ensuciamiento y el factor de hermeticidad. _____ 83

4.10 Tipologías de Mantenimiento en Sistemas de Alumbrado Público _____ 84

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

4.11 Parámetros Financieros básicos del Sistema Actual del Alumbrado Público. ____ 85

4.12 Cuantificación de las Unidades Constructivas (UCAP). ____ 87

4.13 Vida Útil de las UCAP ____ 88

CAPITULO 5 DETERMINACION DE LOS COSTOS MINIMOS DE ACTIVIDADES PARA LA PRESTACION INTEGRAL DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO..... 89

5.1 FÓRMULA GENERAL DE COSTOS MÁXIMOS PARA REMUNERAR LOS PRESTADORES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO. ____ 89

5.2 SUMINISTRO DE ENERGIA. ____ 94

5.3 RECAUDO Y FACTURACION DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PUBLICO ____ 95

5.4 VALORACION DE LAS UCAP ____ 95

5.5 ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CAOM) ____ 116

5.6 Modernización del Sistema de Alumbrado Público con Tecnología LED ____ 118

5.7 Expansión del Sistema de Alumbrado Público con Tecnología LED ____ 121

5.8 CENSO Y CARGA FINAL UNA VEZ MODERNIZADO Y EXPANDIDO EL SERVICIO INCLUYENDO LAS OBRAS EXCLUSIVAS DE ILUMINACION ____ 124

5.9 Costo Total de UCAP por Modernización y Expansión del Sistema de Alumbrado Público ____ 126

5.10 INTERVENTORIA ____ 127

CAPITULO 6 ESPECIFICACIONES TECNICAS 130

6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA LA MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO. ____ 130

6.2 Ensayos mínimos requeridos de la categoría – Productos de iluminación para alumbrado público 134

CAPITULO 7 FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LA PRESTACIÓN Y MODERNIZACION DEL SERVICIO 138

7.1 POR LA REALIZACION DE CREDITOS A ENTIDADES FINANCIERAS ____ 138

7.2 POR RECURSOS PROPIOS DEL MUNICIPIO ____ 142

7.3 POR EL RECAUDO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO MUNICIPAL. ____ 143

7.4 COMPARATIVOS ____ 144

CAPITULO 8 MODELOS MÁS UTILIZADOS PARA LA PRESTACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO. 146

8.1. PRESTACIÓN DIRECTA POR PARTE DEL MISMO ENTE TERRITORIAL. ____ 146

8.2 POR MEDIO DE CONTRATOS DE OBRAS O CONTRATOS DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA NECESIDAD DEL SECTOR A INTERVENIR. ____ 147

8.3 POR MEDIO DE CONVENIOS INTERADMINISTRATIVOS CON EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (NUMERAL 1 DEL ARTÍCULO 24 DE LA LEY 80) ____ 148

8.4 POR MEDIO DE UNA SOCIEDAD DE ECONOMÍA MIXTA (S.E.M.) ____ 149

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

8. 5 POR MEDIO DEL MODELO DE CONTRATO DE CONCESIÓN (LEY 80 DE 1993 Y LEY 1508 DEL 2012). 150

CAPITULO 9 IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO..... 153

9.1 IMPACTO TECNOLOGICO (Desarrollos Tecnológicos Asociados) _____ 153

9.2 IMPACTO CULTURAL _____ 155

9.3 IMPACTO AMBIENTAL_____ 157

9.4 IMPACTO FINANCIERO _____ 162

9.5 IMPACTO SOCIAL_____ 162

CAPITULO 10 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y AMENAZAS DEL PROYECTO 164

10.1 POSIBLES RIESGOS Y AMENAZAS QUE PUEDAN AFECTAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO_____ 164

CAPITULO 11 PLAN DE MEJORAMIENTO A LA PRESTACION DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO 166

11.1 PLAN INTEGRAL DE MEJORAMIENTO _____ 166

CAPITULO 12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 169

12.1 ESTADO ACTUAL Y VALORACION DEL SISTEMA _____ 169

12.2 VALORACION SISTEMA MODERNIZADO Y EXPANDIDO _____ 172

12.3 Expansiones Y Modernizaciones sugeridas Del Sistema_____ 175

12.4 RECOMENDACIONES A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA LA PRESTACIÓN INTEGRAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO _____ 176

12.5 Diagnóstico Económico y Recomendaciones para la Prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio de San Rafael _____ 177

12.6 Ventajas para el Municipio de San Rafael al Implementar un Modelo de Prestación Integral del Servicio de Alumbrado Público mediante un Socio Estratégico_____ 179

12.7 Desventajas para el Municipio de San Rafael si no vincula un socio estratégico y se limita al recaudo del impuesto de alumbrado público _____ 180

12.8 CONSUMO DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA DOMICILIARIA _____ 180

12.9 REVISIÓN Y AJUSTE DE TARIFAS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO _____ 182

12.10 RECOMENDACIÓN DE PLAZO PARA INVERSIONES _____ 183

12.11 AMPLIACIÓN DE LA BASE GRAVABLE _____ 183

12.12 SIMULACIÓN DEL FLUJO FINANCIERO_____ 184

12.13 Estudio de mercado de tarifas aplicadas en municipios antioqueños _____ 186

12.14 Estudio de mercado de tarifas para grandes contribuyentes_____ 187

12.15 SENTENCIA DE UNIFICACIÓN 2019-CE-SUJ-4-009_____ 190

12.16 COBRO A GRANDES CONTIBUYENTES _____ 191

12.17 MODELOS MAS COMUNES PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO_____ 191

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 13 ANEXOS..... 195

ANEXO 1 _____ 195

ANEXO 2 _____ 196

ANEXO 3 _____ 197

ELABORADO POR..... 198

Fernando Alberto González Guevara _____ 198

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 ..... ***16***

Tabla N°1: Parámetros requeridos para calcular las UCAP _____ 16

TABLA N° 2 ..... ***21***

Tabla N°2: Niveles de Tensión_____ 21

TABLA N°3 ..... ***35***

Tabla 3: Indicadores de eficiencia y calidad del sistema de alumbrado público _____ 36

TABLA N° 4 ..... ***40***

Tabla N° 4: Clases de iluminación y criterios de asignación para vías vehiculares. (elaboración propia) 41

TABLA N° 5. ..... ***41***

Tabla N° 5: Clases de iluminación según vía vehicular que predomina en el municipio. _____ 41

TABLA N° 6 ..... ***41***

Tabla N° 6 Otras variables a tener en cuenta para el diseño de una Vía vehicular (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, n.d.).____ 42

TABLA N° 7. ..... ***42***

Tabla N°7: Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base _____ 42

en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010 _____ 42

TABLA N°8 ..... ***43***

Tabla N°8: Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes_____ 43

TABLA N°9 ..... ***43***

Tabla N°9: Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes_____ 44

TABLA N° 10. ..... ***51***

Tabla N°10: Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público. Adaptado de la norma CIE 115 (elaboración Propia) (Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros, n.d.) _____ 51

TABLA N° 11 CLASE DE ILUMINACIÓN Y TIPOS DE APLICACIÓN ***51***

Tabla N°11: Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público (Elaboración propia)
(Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros, n.d _____ 52

TABLA N° 12 ..... ***52***

Tabla N° 12: Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales (elaboración Propia) (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, n.d.) _____ 53

TABLA N° 13 ..... ***70***

Tabla 13. Valores máximos DPEA para alumbrado público de vías vehiculares. _____ 71

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

TABLA N° 14 71

Tabla 14. Mediciones Fotométricas según los tipos de las vías _____ 72

TABLA N° 15. 76

Tabla N°15. Consolidado de luminarias Instaladas _____ 76

TABLA N° 16 77

Tabla N°16. Cuadro de Carga Instalada en Alumbrado Público. _____ 77

TABLA N° 17. 78

Tabla N°17. Cuadro consumo de energía actual y costo estimado a pagar _____ 78

TABLA N°18. 79

Tabla N°18. Consolidado actual del Servicio de A.P Modernizado en Tecnología LED. _____ 79

Tabla N°19. Costo a pagar en energía por Carga actual Modernizada en Tecnología LED. _____ 80

TABLA N° 20. 80

Tabla N° 20. Comparativo de carga instalada Vs valor a pagar por consumo Sodio Vs LED _____ 81

TABLA N° 21. 82

Tabla 21. Clasificación de los niveles de contaminación. _____ 83

TABLA N° 22 83

Tabla 22. Período máximo para realizar limpieza del conjunto óptico. _____ 84

TABLA N° 23. 84

Tabla 23. Factores de ensuciamiento de las luminarias. _____ 84

TABLA N° 24. 86

Tabla N°24. Parámetros para la Aplicación de la Resolución Creg 123 del 2011 _____ 86

TABLA N° 25. 87

Tabla N° 26. Consolidado de UCAP _____ 87

TABLA N° 26 87

Tabla N°26. Unidades para los Costos totales de UCAP _____ 87

TABLA N° 27. 88

Tabla N°27. Vida Útil de las Ucap _____ 88

TABLA N° 28. 96

Tabla 28. Comparativos valores UCAP de luminarias más comunes utilizadas en el mercado _____ 96

TABLA N° 29. 96

Tabla N°29. Valorización Unidades Constructivas (UCAP) _____ 116

TABLA N° 30. 117

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Tabla N°30. Valorización actual de las Unidades Constructivas y Costo CAOM _____ 118

TABLA N° 31. 119

Tabla N°31. Valorización Unidades Constructivas y Costo CINV Modernización. _____ 120

TABLA N° 32 EXPANSIONES GENERALES 121

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL _____ 121

TABLA N°33 EXPANSIONES ESPACIOS DE LIBRE CIRCULACIÓN..... 121

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL| _____ 122

TABLA N° 34 122

Tabla N°34. Valorización Unidades Constructivas y Costo CINV Expansiones._____ 123

TABLA N° 35. CONSOLIDADO TOTAL EN TECNOLOGÍA LED DESPUÉS DE LAS OBRAS DE MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN..... 124

Tabla N° 35. Censo final, carga instalada final y energía total estimada a pagar _____ 125

TABLA N° 36. 125

Tabla N° 36. Tabla comparativa en consumo y costo de energía antes en Sodio y después total modernizada y expandida en LED _____ 125

TABLA N° 37. ACTIVOS TOTALES DEL ALUMBRADO PÚBLICO MODERNIZADO Y EXPANDIDO ... 126

Tabla N° 37. UCAP totales después de modernizado y expandido el sistema actual. _____ 127

TABLA N°38 GASTOS EJECUCIÓN 129

Tabla N°38. Gastos ejecución Interventoría _____ 129

TABLA N°39 130

TABLA N°40 134

Tabla N° 40 Ensayos mínimos requeridos de la categoría–Productos de iluminación para alumbrado público. (Elaboracion Propia)(prospektadigital, n.d.) _____ 137

TABLA N°41 144

Nota: Cuadro Comparativo de Alternativas de Financiación del Alumbrado Público _____ 145

TABLA N°42 160

Nota: tipos de bombillas según su IRC _____ 161

TABLA N° 43..... 164

Tabla N° 43. Riesgos _____ 165

TABLA N° 44. 166

Tabla N° 44. Plan de mejoramiento _____ 168

TABLA N° 45 175

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL _____ 175

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

TABLA N°46 175

TABLA N° 47. 183

Tabla N° 47. Consumo de energía domiciliaria en Colombia últimos tres años _____ 183

Nota: Información suministrada por la administración municipal de San Rafael _____ 185

TABLA N° 48 185

Tabla N°48 Tabla de tarifas vigentes desde 2021 _____ 185

TABLA N° 49 186

Tabla N° 49. Estudio de mercado de Tarifas del IAP en estratos 1,2,3,4,5 aplicadas actualmente en otros municipios de Antioquia. (ESTUDIO REFERENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO - Alcaldía Municipal de Heliconia En Antioquia, n.d.)_____ 186

TABLA N° 50 187

Tabla N° 50. Tarifas Promedio en el mercado que pagan grandes contribuyentes en IAP. (5. ACTUALIZACIÓN ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA ALUMBRADO PÚBLICO, n.d.; ESTUDIO REFERENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO - Alcaldía Municipal de Heliconia En Antioquia, n.d.; ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA DEL ALUMBRADO PUBLICO, 2022)_____ 187

TABLA N° 51 188

Tabla N° 51. Recaudo promedio requerido para viabilidad del proyecto._____ 188

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DENTRO DEL DEPARTAMENTO (SAN RAFAEL (COLOMBIA) - WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE, N.D.). *14*

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN POR GENERO (ELABORACIÓN PROPIA) *15*

FIGURA 2.1. DISTRIBUCIÓN POR EDADES (ELABORACIÓN PROPIA) *15*

FIGURA 2.2 LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) DE ESTE ESTUDIO. *17*

FIGURA 3 ..... *45*

FIGURA 5 ..... *46*

FIGURA 6 ..... *46*

FIGURA 8 ..... *47*

FIGURA 9 ..... *48*

FIGURA 10 ..... *49*

FIGURA 11 ..... *50*

FIGURA N°12: MÉTODO DE LOS NUEVE PUNTOS *73*

FIGURA N°13 UBICACIÓN DE LOS NUEVE PUNTOS SEGÚN DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS *74*

FIGURA N°14 . FOTO: ILUMINACIÓN DE VÍA ANTES EN SODIO Y DESPUÉS EN LED *158*

FIGURA N°15. FOTO: ILUMINACIÓN DE VÍA, ANTES EN SODIO Y DESPUÉS EN LED *159*

FIGURA N°16. FOTO: ILUMINACIÓN DE CALLE, ANTE EN SODIO Y DESPUÉS EN LED *159*

FIGURA N°17. FOTO: ILUMINACIÓN EN SODIO Y DESPUÉS EN LED *160*

FIGURA 18: TOTAL FACTURADO ANUAL ENERGÍA 2021 ..... *180*

FIGURA 19: CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA KW/H 2021 ..... *181*

FIGURA 20: CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA 2023 ..... *181*

FIGURA 21: TOTAL FACTURADO ANUAL ENERGÍA 2023 ..... *181*

FIGURA 22: TOTAL FACTURADO ANUAL ENERGÍA 2024 ..... *182*

FIGURA 23: CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA 2024 ..... *182*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. DENSIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA (DPEA)..... 70

ECUACIÓN 2. FORMULA ILUMINACIÓN PROMEDIO 9 PUNTOS..... 74

ECUACIÓN 3. REMUNERACIÓN DE LOS COSTOS MÁXIMOS DE LAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO. 89

ECUACIÓN 4. COSTO POR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 90

ECUACIÓN 5. COSTO MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO 90

ECUACIÓN 6. COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE TODOS LOS ACTIVOS DEL NIVEL DE TENSIÓN N EN PESOS CONSTANTES 91

ECUACIÓN 7. COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS ELÉCTRICOS EN EL NIVEL DE TENSIÓN N EN PESOS CONSTANTES 91

ECUACIÓN 8. COSTO ANUAL DE TERRENOS DE LAS SUBESTACIONES DEL NIVEL DE TENSIÓN N (CATN)..... 92

ECUACIÓN 9. COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE ACTIVOS NO ELÉCTRICOS (CAANEN)..... 92

ECUACIÓN 10. ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA INSTALADA 93

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO I
DESCRIPCIÓN GENERAL Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCION

El presente documento constituye el Estudio Técnico de Referencia para la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de San Rafael, Antioquia, elaborado en cumplimiento de los lineamientos establecidos en el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007, el Decreto 943 de 2018 y las disposiciones de la Ley 1819. Este estudio tiene como finalidad establecer una base técnica y económica que permita definir, con claridad y precisión, los costos relacionados con las actividades requeridas para garantizar la operación, mantenimiento, expansión y modernización del sistema de alumbrado público.

Con este propósito, se desarrolla un diagnóstico integral del estado actual del servicio en el municipio, permitiendo identificar sus condiciones técnicas, operativas y administrativas. A partir de este análisis, se busca generar insumos que orienten a la Administración Municipal en la toma de decisiones estratégicas que promuevan una gestión eficiente, sostenible y orientada a las necesidades reales del territorio.

El estudio contempla el análisis de múltiples factores que inciden en la prestación del servicio, tanto de forma directa como indirecta. Estos factores incluyen aspectos técnicos, financieros, normativos y de planificación, todos ellos enmarcados dentro de los objetivos del Plan de Desarrollo Territorial 2024-2027 alineados con los objetivos de desarrollo sostenible. La identificación y evaluación de estas variables permitirán estructurar un modelo de prestación que garantice la calidad, continuidad y confiabilidad del servicio, alineado con las expectativas de la comunidad. El análisis abarcará diversas variables que influyen, ellas se incluyen:

- Censo de Luminarias actualmente instaladas.
- Costo por consumo de energía en Alumbrado Público.
- Carga instalada actualmente en el Servicio del Alumbrado Público.
- Listado de Activos actuales que conforman dicho Servicio (UCAP)
- Análisis fotométrico de las principales vías tipo del municipio.
- Crecimiento vegetativo del servicio (postes que no tiene luminarias)
- Modernización del Sistema de Alumbrado Publico
- Expansión del Sistema de Alumbrado Público (Relación de obras o proyectos a los cuales se requiere hacer obras de Alumbrado Público para expandir dicho servicio).
- Recaudo del Impuesto de Alumbrado Público.
- Listado de contribuyentes que pagan impuesto de Alumbrado Público.
- Listado de grandes empresas que no están gravados y que en Colombia pagan dicho impuesto como contribuyentes especiales por la realización de actividad económica o de servicio dentro de la jurisdicción del municipio.
- Estudio de mercado para establecer las variables financieras que influyen directamente en la prestación del servicio del alumbrado público (IPP, IPC, WACC, etc).

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

En su calidad de entidad responsable de la prestación del servicio de alumbrado público, la Administración Municipal de San Rafael debe contar con información técnica precisa y actualizada que respalde la toma de decisiones sobre este componente esencial del entorno urbano. Esta obligación se deriva de lo establecido en la Resolución CREG 101-013 de 2022, la cual exige tanto la identificación de los activos en operación como la estimación de aquellos requeridos para la expansión y modernización del sistema. Este proceso es clave para estructurar adecuadamente la financiación del servicio, especialmente en lo relativo al cálculo del valor mínimo de recaudo por concepto del Impuesto de Alumbrado Público, conforme al artículo 351 de la Ley 1819 de 2016. De acuerdo con el artículo 350 de la misma Ley, los recursos recaudados por este concepto deben destinarse de manera exclusiva a actividades relacionadas con el suministro, operación, mantenimiento, modernización, expansión y desarrollo tecnológico del sistema de alumbrado.

En línea con su visión de desarrollo territorial, el municipio ha priorizado la renovación tecnológica de su red de alumbrado público, orientando sus esfuerzos a la implementación de luminarias LED que permitan mejorar el desempeño energético, ampliar la cobertura y disminuir los costos operativos. Como parte de este plan, se contempla la instalación de iluminación en corredores estratégicos, como las vías que comunican al casco urbano con el centro poblado El Bizcocho y con el municipio de San Carlos, con el objetivo de aumentar la seguridad vial y fortalecer el bienestar de los habitantes.

Para llevar a cabo este proceso, resulta indispensable la elaboración de un estudio técnico que permita caracterizar el estado actual del sistema, identificar las condiciones reales de operación, establecer las necesidades de intervención y proyectar las inversiones requeridas. Este análisis también abordará la planificación de acciones específicas en puntos neurálgicos del espacio público, como el ingreso al municipio, el parque principal, el Parque La Madre, el Parque Mi Río, el Parque Lineal y el Parque Infantil, así como en las rutas de conexión hacia los centros poblados de Arenales, Tutumito y La Cumbre.

Actualmente, gran parte del sistema de alumbrado público en San Rafael se compone de luminarias de sodio, una tecnología que ha dejado de ser eficiente debido a su alto consumo energético, su bajo rendimiento lumínico y su impacto ambiental por el uso de sustancias contaminantes como el mercurio. Aunque algunas áreas cuentan con luminarias LED, estas no siempre cumplen con los estándares exigidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) y requieren ser reemplazadas por modelos de mayor eficiencia. La energía consumida por el sistema es suministrada por EPM, y su costo representa un compromiso financiero significativo para el municipio.

El Sistema Actual de Alumbrado Público (SALP) presenta un alto grado de desgaste, con luminarias que han superado ampliamente su vida útil, en muchos casos operando por más de 15 años. Esta situación ha reducido la confiabilidad del servicio y ha elevado los costos de mantenimiento. En consecuencia, se hace urgente avanzar hacia una transformación integral del sistema mediante la adopción de tecnología LED de última generación, que permita reducir el consumo eléctrico, aumentar la vida útil de los equipos y mejorar las condiciones de iluminación en el municipio.

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

1.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO

San Rafael fue reconocido como municipio el **1.º de enero de 1872**, tras la promulgación de la **Ley 199 del 18 de octubre de 1871**, aprobada por la Asamblea Legislativa del Estado Soberano de Antioquia. En sus primeros años, el sacerdote **José de Jesús Correa Jaramillo** impulsó la idea de reubicar el asentamiento en una zona más favorable para su crecimiento. Aunque al inicio encontró resistencia, logró convencer a la comunidad y, tras evaluar distintos terrenos, se optó por el valle donde actualmente se encuentra la cabecera municipal. El **traslado**

definitivo se realizó el 5 de agosto de 1905. Gracias a su riqueza hídrica y a la presencia de múltiples quebradas, cascadas y charcos, el municipio es conocido como el **"Embrujo de Aguas Cristalinas"**, denominación que resalta la importancia del agua en su historia, identidad y desarrollo (*Plan de Desarrollo Municipal 2024 - 2027*, n.d.)

1.2.1. Localización Geográfica del Municipio de SAN RAFAEL dentro del Departamento de Antioquia

San Rafael está localizado en la **subregión Oriente del departamento de Antioquia**, a una distancia aproximada de **108 kilómetros de Medellín**. Sus coordenadas geográficas son **6°17'42"N y 75°01'41"O**, con una altitud promedio de **1.000 metros sobre el nivel del mar** y una temperatura media de **23 °C**. El municipio cuenta con una extensión territorial de **366 km²**, clasificado como de **sexta categoría** según la Ley 617 de 2000. Su relieve forma parte de la **Cordillera Central de los Andes**, lo que le otorga un paisaje quebrado con presencia de tres pisos térmicos(*Plan de Desarrollo Municipal 2024 - 2027*, n.d.):

- **Cálido:** 117 km²
- **Medio:** 214 km²
- **Frío:** 31 km²

Las alturas varían entre los **650 metros sobre el nivel del mar** en la vereda San Julián y los **2.350 metros** en la cuenca alta del río Guatapé



*Figura 1. Ubicación del municipio dentro del departamento (*San Rafael (Colombia) - Wikipedia, La Enciclopedia Libre*, n.d.).*

El municipio de San Rafael limita al **norte con Alejandría y San Roque**, al **oriente con San Roque y San Carlos**, al **sur con San Carlos** y al **occidente con Guatapé, Granada y nuevamente con Alejandría**.

Su territorio está conformado por **54 veredas** y está irrigado por los ríos **Guatapé, Bizcocho, Churimo, Nare, La Rápida y Arenales**, además de numerosas quebradas, cascadas y riachuelos. Hace parte de la **provincia de Agua, Bosques y Turismo**, lo que le otorga un alto valor ecológico y paisajístico.

Datos básicos: Nombre del municipio: **San Rafael** ; NIT: **890982123-1**; Código DANE: **05667**

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

1.2.2. Población

De acuerdo con el **censo 2018 del DANE**, la población de San Rafael era de **16.617 habitantes**. Según proyecciones del mismo organismo para el año **2024**, se mantiene una cifra cercana a este valor, con la siguiente composición (*Cuántos Habitantes Tiene San Rafael, Antioquia En 2025*, n.d.):

Según las proyecciones del DANE, San Rafael cuenta con una población total de **16.617 habitantes**, de los cuales **8.334 son mujeres (50,2%)** y **8.283 son hombres (49,8%)**, lo que evidencia una distribución equilibrada entre ambos sexos.

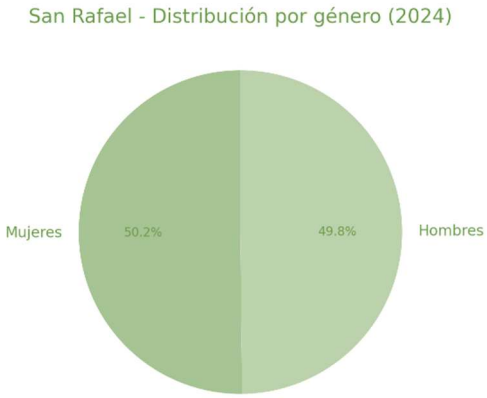


Figura 2. distribución por genero (elaboración propia)

En cuanto a la composición por grupos de edad, el municipio de San Rafael registra **2.820 niños menores de 12 años (17%)**, **1.423 adolescentes entre 12 y 17 años (8,6%)** y **12.374 adultos de 18 años en adelante (74,5%)**, lo que refleja una población mayoritariamente adulta.

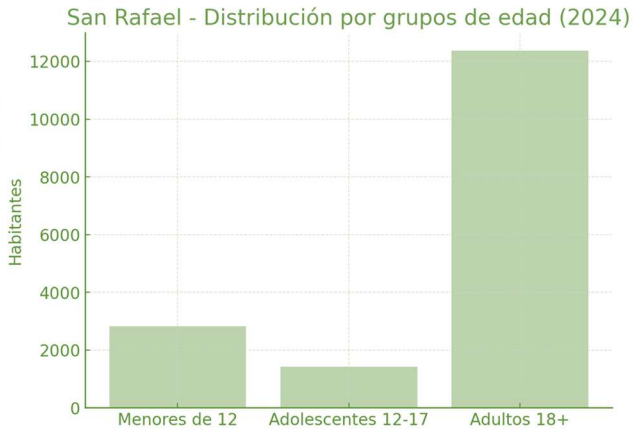


Figura 2.1. Distribución por edades (elaboración propia)

En cuanto a la distribución espacial de la población, San Rafael cuenta con **7.891 habitantes en la zona urbana** y **7.807 en la zona rural**, lo que evidencia un equilibrio casi exacto entre ambos entornos y refleja la diversidad del municipio en términos de ocupación territorial.

1.2.3. Economía del Municipio.

La economía del municipio de San Rafael es **diversificada** y combina actividades agrícolas, pecuarias, energéticas y turísticas. En el sector agrícola se destacan cultivos como **café, caña de azúcar, maíz y fríjol**, mientras que en la ganadería la producción se orienta principalmente a **leche y carne**. A nivel energético, el municipio aprovecha su **riqueza hídrica y la presencia de embalses estratégicos** para la generación hidroeléctrica. Finalmente, el **turismo sostenible** se ha consolidado como un eje emergente de desarrollo, impulsado por la abundancia de recursos naturales —cascadas, charcos y paisajes— que no solo atraen visitantes, sino que también generan nuevas oportunidades de empleo e ingresos para la población local.

1.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como propósito analizar en profundidad la situación actual del sistema de alumbrado público en SAN RAFAEL, con el objetivo de determinar la viabilidad de una modernización y expansión completa del sistema de iluminación del municipio, mediante la implementación de tecnología LED de punta. Esta iniciativa se enmarca en las normativas nacionales que fomentan el uso eficiente de la energía y la reducción de la huella de carbono, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Para ello, se realizará un estudio detallado de los costos asociados, asegurando que la propuesta sea económicamente viable y sostenible a largo plazo. Entre los factores que se evaluarán se encuentran:

- ✓ Inventario luminarias del sistema de alumbrado público.
- ✓ Consumo energético de las luminarias del sistema de alumbrado público.
- ✓ Gastos operativos, administrativos y de mantenimiento (CAOM).
- ✓ Valoración de los activos de alumbrado público (UCAP).
- ✓ Costos de inversión requeridos para la Modernización y Expansión del servicio (CINV).
- ✓ Gastos derivados de la interventoría del proyecto.

La recolección de información se desarrollará a través de dos fuentes principales: inspecciones de campo y datos suministrados por la Administración Municipal. La información obtenida de esta última se fundamentará mediante la aplicación de las regulaciones establecidas, en especial lo estipulado en la Resolución CREG No. 123 de 2011, derogada por la Resolución CREG 101-13 de 2022, con el propósito de definir los límites financieros que el municipio puede destinar al servicio de alumbrado público. Actualización del inventario de luminarias existentes, permitiendo una caracterización detallada de los activos disponibles y la correcta estimación de los UCAP. Para ello, se recopilará la siguiente información:

Tabla 1
Caracterización y Evaluación de Luminarias.

Tipo de luminaria instalada.
Potencia de la luminaria registrada en el censo.
Ubicación geográfica de la luminaria censada.
Tecnología utilizada (Sodio, Mercurio, Halogenuro Metálico, Mixta, LED, etc.).
Estado de conservación (Obsoleta, 50% de vida útil, 30% de vida útil).

Tabla N°1: Parámetros requeridos para calcular las UCAP

EESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Asimismo, se llevará a cabo un análisis comparativo entre los costos actuales de mantenimiento del servicio y los requerimientos financieros para la actualización tecnológica a LED. Se pondrá especial énfasis en la reducción del consumo energético del alumbrado público, optimizando el número de luminarias instaladas para mejorar la eficiencia operativa. Por último, se examinará el sistema de recaudación del impuesto de alumbrado público vigente, asegurando su legalidad en el marco de la Ley 1819 de 2016. Esto permitirá evaluar su impacto sobre la financiación y sostenibilidad del proyecto, así como la equidad en la aplicación del tributo a los contribuyentes especiales que desarrollan actividades económicas sujetas a esta obligación fiscal en Colombia.

1.4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Por medio del proyecto **"Elaboración del Estudio Técnico de Referencia de la Prestación del Servicio de Alumbrado Público a partir de los Componentes Técnico, Regulatorio, Financiero y Ambiental para el Municipio de San Rafael – Departamento de Antioquia"**, se busca alcanzar la mejor alternativa para modernizar el sistema de alumbrado público con tecnología LED, evaluando diversas opciones sin comprometer el presupuesto municipal ni generar endeudamiento a mediano o largo plazo. Actualmente, el municipio de San Rafael no dispone de los recursos suficientes para ejecutar directamente esta inversión, lo que hace necesario analizar alternativas de financiación y operación que garanticen la sostenibilidad del servicio. Entre ellas se contempla la **creación de una oficina exclusiva de PQRS de alumbrado público** dentro de la estructura administrativa municipal, encargada de gestionar de manera integral las actividades de administración, operación, mantenimiento y expansión del sistema. En caso de que la administración no cuente con la capacidad técnica suficiente, se evaluará la contratación de un operador especializado que asegure la adecuada prestación del servicio. El proyecto se encuentra plenamente articulado con los lineamientos del **Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027**, que en el marco del **Programa de Alumbrado Público (Código 030401)** establece como meta central *reducir el consumo de energía en la prestación del servicio mediante la modernización del sistema*. Para ello, se ha definido la gestión de recursos que permitan implementar nuevas tecnologías en el área urbana y en los principales corredores turísticos del municipio, contribuyendo a una iluminación más eficiente, sostenible y segura (*Plan de Desarrollo Municipal 2024 - 2027*, n.d.). Este enfoque no solo permitirá **optimizar el uso de recursos energéticos y reducir costos operativos**, sino que también fortalecerá la seguridad ciudadana, promoverá el desarrollo turístico local y mejorará la calidad de vida de los habitantes de San Rafael. De igual forma, la iniciativa se alinea con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, particularmente:



*Figura 2.2 los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de este estudio.***

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

En este sentido, la modernización del alumbrado público en San Rafael constituye una estrategia integral de desarrollo sostenible, que responde tanto a las necesidades actuales de la comunidad como a los compromisos globales de eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y bienestar ciudadano(*La Agenda 2030 En Colombia - Objetivos de Desarrollo Sostenible*, n.d.).

- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante**, mediante la transición hacia un sistema de iluminación eficiente y de bajo consumo.
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles**, al garantizar entornos urbanos y rurales más seguros y resilientes.
- **ODS 12: Producción y consumo responsables**, promoviendo el uso eficiente de los recursos, la gestión adecuada de residuos y la incorporación de tecnologías sostenibles en los sistemas de iluminación.
- **ODS 13: Acción por el clima**, al reducir las emisiones de carbono derivadas del consumo energético, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general:

Realizar la "**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DE LA PRESTACION DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES TÉCNICO, REGULATORIO, FINANCIERO Y AMBIENTAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL– DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA"**, Fomentando el avance tecnológico del Municipio a través de una prestación eficaz del servicio de alumbrado público, basada en un modelo que no impacte negativamente en las finanzas del presupuesto de gastos ni de ingresos distintos al impuesto de alumbrado público, y que cumpla con la obligación constitucional de proporcionar a las comunidades servicios públicos en condiciones óptimas y eficientes, conforme a lo dispuesto en el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007, la Resolución CREG 123 de 2011, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022, y el Decreto 943 de 2018.

1.5.2. Objetivos específicos:

- ✓ **Diagnóstico del estado actual del servicio de alumbrado público:** Realizar un análisis detallado de la infraestructura existente para determinar su operatividad, eficiencia y necesidades de modernización.
- ✓ **Inventario y caracterización de luminarias:** Identificar la cantidad, potencia y tipo de tecnología de las luminarias en todo el municipio, permitiendo establecer el alcance de la modernización mediante repotenciación o sustitución.
- ✓ **Valoración de activos del alumbrado público (UCAP):** Cuantificar y valorar los activos del sistema, con el propósito de calcular los costos de administración, operación y mantenimiento (CAOM), conforme a la Resolución CREG 123 de 2011, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022.
- ✓ **Exploración de opciones para la modernización:** Analizar las diferentes modalidades de modernización con tecnología LED disponibles en el mercado, identificando la alternativa más eficiente y viable.
- ✓ **Estimación de costos de modernización:** Determinar el presupuesto total requerido para la actualización del sistema de alumbrado público, fundamentado en análisis de costo-beneficio y valoración de activos (UCAP).
- ✓ **Desarrollo de un plan de mejora del servicio:** Diseñar estrategias para optimizar la prestación del servicio de alumbrado público, garantizando su sostenibilidad y eficiencia.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- ✓ **Evaluación del costo de expansión del servicio:** Establecer los recursos necesarios para ampliar la cobertura del alumbrado público con tecnología LED, considerando el crecimiento poblacional y los proyectos de urbanización futuros.
- ✓ **Selección de la alternativa más viable para el municipio:** Identificar la opción más adecuada para modernizar y expandir el alumbrado público sin comprometer los recursos propios del municipio, evitando afectar su capacidad de inversión y endeudamiento a mediano o largo plazo.

CAPITULO 2
LEGALIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO

2.1. ANTECEDENTES

El Alumbrado Público tiene su sustento jurídico en la Ley 97 del 24 de noviembre de 1.913, cuando el Congreso de la República facultó al Concejo Municipal de Santa fe de Bogotá para crear libremente el Impuesto sobre el servicio de Alumbrado Público, y posteriormente extendió a todo el País a través de la Ley 84 del 30 de noviembre de 1.915, posteriormente el Gobierno Nacional lo reglamento a través del Decreto 2424 de 2.006.

La Ley 97 de 1.913 fue declarada exequible a través de la sentencia C-504 de 2.002 de la Corte Constitucional, al resolver una demanda de inconstitucionalidad que se había presentado contra ella, por ser una ley que se había expedido en el marco de la Constitución de 1.886; hoy por hoy, El Consejo de Estado, Cesión Cuarta unificó criterio jurisprudencial por medio de la Sentencia de Unificación 2019-CE-SUJ-4-009 en donde se regularon unos temas de índole legal en lo que tiene que ver en el cobro del impuesto de alumbrado público a grandes contribuyentes de acuerdo a su actividad económica y de servicio.

2.2. GLOSARIO DE TERMINOS USADOS EN EL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

Se transcriben las definiciones que reposan en la Resolución CREG 123 del 2011

ACTIVIDAD DE INVERSIÓN PARA EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO: *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, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de energía; la reposición de activos cuando esta aumenta significativamente la vida útil del activo y la instalación de los equipos de medición de energía eléctrica, con los respectivos accesorios para ello.*

VIDA ÚTIL DE UN ACTIVO DE ALUMBRADO PÚBLICO: *La vida útil de un activo de alumbrado público, estará determinada por el promedio ponderado con respecto al costo y a las vidas útiles de las unidades constructivas que lo conforman, de acuerdo con lo establecido en el anexo de la presente Resolución.*

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.*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO: *Comprenden el suministro de energía eléctrica al Sistema de Alumbrado Público, la administración, operación y el mantenimiento - AOM, y la inversión del Sistema de Alumbrado Público.*

ACTIVO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO: *Es el conjunto de Unidades Constructivas de Alumbrado Público conectado 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.*

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.*

AOM: *Valor de los gastos de administración, operación y mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público.*

CLASES DE ILUMINACIÓN: *Corresponden a las establecidas en las secciones 510.1 y 560 del RETILAP así: i) de vías vehiculares, ii) de vías para tráfico peatonal y ciclistas y iii) de otras áreas del espacio público.*

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.*

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

INDISPONIBILIDAD: *Es el tiempo total sobre un periodo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público no está disponible para el servicio o funciona deficientemente.*

ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD: *Es el tiempo total sobre un periodo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público está disponible para el servicio.*

INFRAESTRUCTURA PROPIA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO: *Es el conjunto de bienes compuesto por los activos de redes 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, y que son utilizadas por el prestador del Servicio de Alumbrado Público.*

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.*

INTERVENTORÍA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO: *Es la interventoría que deben contratar los municipios para el Servicio de Alumbrado Público, conforme a lo establecido en las Leyes 80 de 1993, 1150 de 2007, el Decreto 2424 de 2006 y el RETILAP y demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o complementen*.

LUMINARIA: *Equipo 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, protección y prendido y apagado de las bombillas, y donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

MODERNIZACIÓN O REPOTENCIACIÓN DEL SALP: *Es el cambio tecnológico de algunos de sus componentes por otros más eficientes.*

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:*

Tabla N° 2

Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kv y menor a 220 kv.
Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kv y menor de 57,5 kv.
Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kv y menor de 30 kv.
Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kv.

Tabla N°2: Niveles de Tensión

OPERADOR DE RED - OR: 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.

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 dedicadas únicamente a la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que cuente con más de (2) dos luminarias.*

REPOSICIÓN DE ACTIVOS: *Son las adiciones, mejoras y/o reparaciones que se hacen a un activo del SALP.*

RETIE: *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No 181294 de 2008 y modificada mediante Resolución No. 180195 de 2009, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.*

RETILAP: *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante RESOLUCIÓN NÚMERO 40150 DE 03 MAY 2024 Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.*

SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO: *El servicio público de alumbrado público se ofrece para proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y otros espacios de libre circulación, ya sea con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito. Este servicio abarca desde el suministro de energía al sistema de alumbrado público hasta su administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión. No se considera parte del servicio de alumbrado público la iluminación de las zonas comunes en unidades inmobiliarias cerradas, edificios o conjuntos residenciales, comerciales o mixtos bajo cualquier régimen de propiedad, responsabilidad que recae en la copropiedad o propiedad horizontal respectiva. Además, no se incluye en este servicio la iluminación de carreteras que no estén bajo la responsabilidad directa del municipio o distrito.*

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*.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO - SIAP: *Es el sistema de información a que hace referencia la Sección No. 580.1 del RETILAP 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 ALUMBRADO PÚBLICO - SALP: *Comprende el conjunto de Activos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución de energía eléctrica de un OR.*

SUMINISTRO: *Es la cantidad de energía eléctrica que el municipio o distrito contrata con una empresa de servicios públicos para dotar a sus habitantes del Servicio de Alumbrado Público.*

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.*

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS, ILUMINACIÓN NAVIDEÑA Y ORNAMENTAL: *Son todas aquellas obras diferentes a la instalación de luminarias en vías y espacios públicos, tales como los nuevos avances tecnológicos que se implementaran en el sistema de alumbrado público, como wifi y tarjetas de tele gestión para integrar temas de iluminación, control de movilidad y seguridad, información y comunicaciones. Por otro lado, en cuanto a la iluminación navideña y ornamental, estas ya están contempladas dentro de las actividades intrínsecas del alumbrado público de conformidad al Art 350 de la ley 1819 del 2016.*

2.3. DEFINICIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

La Resolución CREG 043 de 1995, definió en su Artículo Primero de forma general el **Servicio de alumbrado público** así: Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales. También se incluirán los sistemas de semaforización y relojes electrónicos instalados por el municipio. Por vías públicas se entienden los senderos peatonales y públicos, calles y avenidas de tránsito vehicular.

Posteriormente, el ***Decreto 2424 de 2006*** en su Artículo 2º, y la ***Resolución CREG 123 del 2011***, en su artículo tercero, *Definición Servicio de Alumbrado Público*. *Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los 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*. 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. **Parágrafo.** *La iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos residenciales, comerciales o mixtos, sometidos al régimen de propiedad respectivo, no hace parte del servicio de alumbrado público y estará a cargo de la copropiedad o propiedad horizontal. También se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no estén a cargo del municipio o Distrito.*

Seguido a esto, el ***Decreto 943 del 2018***, en su Artículo Primero, amplía su definió de la siguiente manera: **Servicio de Alumbrado Público,** *es un 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 parágrafo del ***artículo 350 de la Ley 1819 de 2016***. 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 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."*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

2.4. RESPONSABILIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO.

Artículo 5 de la Resolución CREG 123 del 2011*,** establece claramente de conformidad con lo dispuesto en el artículo ***4 del Decreto 2424 de 2006, *que la Responsabilidad de la Prestación del Servicio de Alumbrado Público son los municipios o distritos*. 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; por lo tanto, el Municipio de SAN RAFAEL es el único responsable de su Prestación.

Y el **Decreto 943 del 2018, establece en su "Artículo 2**, lo siguiente: *Prestación del Servicio. Los municipios o distritos son los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, el cual podrán prestar de manera directa, o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público que demuestren idoneidad en la prestación del mismo, con el fin de lograr un gasto financiero y energético responsable. De conformidad con lo anterior, los municipios o distritos deberán garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura*. **PARÁGRAFO 1**. *La modernización, expansión y reposición del sistema de alumbrado público debe buscar la optimización de los costos anuales de inversión, suministro de energía y los gastos de administración, operación, mantenimiento e interventoría, así como la incorporación de desarrollos tecnológicos. Las mayores eficiencias logradas en la prestación del servicio que se generen por la reposición, mejora, o modernización del sistema, deberán reflejarse en el estudio técnico de referencia.* **PARÁGRAFO 2**. *Los municipios o distritos tendrán la obligación de incluir en rubros presupuestales y cuentas contables, independientes, los costos de la prestación del servicio de alumbrado público y los ingresos obtenidos por el impuesto de alumbrado público, por la sobretasa al impuesto predial en caso de que se establezca como mecanismo de financiación de la prestación del servicio de alumbrado público, y/o por otras fuentes de financiación. Cuando el servicio sea prestado por agentes diferentes a municipios o distritos, estos agentes tendrán la obligación de reponer al ente territorial la información para dar cumplimiento a este parágrafo*."

Es decir que el Municipio de SAN RAFAEL, es el único responsable para la prestar el Servicio de Alumbrado Público dentro de su perímetro urbano y rural, comprendido dentro de su jurisdicción y además de conformidad con lo dispuesto en ***la Resolución Creg 123 del 2011*** y ***el Decreto 2424 del 2006*** ya mencionado.

Por otra lado, también está bajo su responsabilidad el mantenimiento de la infraestructura y redes existentes, la sustitución de las actuales tecnologías, por otras más avanzadas y económicas desde el punto de vista del uso eficiente de la energía eléctrica, y la expansión del sistema de Alumbrado Público mediante la instalación de luminarias donde nunca ha existido, siempre y cuando la infraestructura eléctrica existente lo permita con los parámetros mínimos requeridos para el funcionamiento de las luminarias.

2.5. MARCO NORMATIVO DE PRESTACION DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO

Como se dijo anteriormente, La prestación del servicio de alumbrado público tiene origen legal desde inicios del siglo XX, cuando por medio de la Ley 97 de 1913 se autorizó al Distrito Capital de Bogotá para crear un impuesto "sobre el servicio de alumbrado público", organizar su cobro y darle el destino más conveniente para atender los servicios municipales.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Posteriormente esta facultad conferida por primera vez en Colombia al Concejo de Bogotá por la Ley 97 de 1913 fue extendida por la Ley 84 de 1915 a las demás entidades territoriales del nivel municipal. Esta normativa constituye el marco de la facultad impositiva de los Municipios para establecer el impuesto de alumbrado público, la cual determinó los sujetos activos, algunos sujetos pasivos y los hechos gravables, dejando a los concejos municipales la determinación de los demás elementos del tributo, facultad que se encuentra conforme con los artículos 313-4 y 338 de la Constitución Política.[1]

Este Estudio denominado "**ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES TÉCNICO, REGULATORIO, FINANCIERO Y AMBIENTAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL- DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA PERMITIENDO DE ANTEMANO LA MODERNIZACION Y EXPANSION EN TECNOLOGIA LED INCLUYENDO LOS MANTENIMIENTOS, ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y LOS DESARROLLOS TECNOLOGICOS ASOCIADOS AL MISMO CONFORME A LAS NORMAS VIGENTES QUE LA REGULAN",** tiene su sustento legal en el artículo 2 de la Constitución Política de Colombia, la 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 fundamentales tales como la prestación de los Servicios Públicos.

De igual manera, el *Artículo 311 de la Constitución Política de Colombia*, instituye que el Municipio como entidad fundamental de la División Político Administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la Ley; y a su vez, en su artículo 365 establece que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado y que es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Es por ello que el municipio de SAN RAFAEL, en correspondencia con las normas superiores citadas, es el responsable de prestar el servicio de alumbrado público de manera eficiente con calidad a costos que no comprometan el erario del municipio diferente al mismo recaudo del impuesto de alumbrado público.

Por otro lado, citando *la Ley 136 de 1994* en su artículo 3 guarda consonancia con las normas superiores descritas arriba, describiendo lo siguiente: Administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley.

Con esto, se busca garantizar que las personas naturales o jurídicas ajenas al ente territorial hagan parte de los Planes que tiene el estado para poder desarrollas sus proyectos en especial para la prestación optima de sus servicios públicos con inversión inicial que permita su modernización, tal como lo que se quiere implementar en el Municipio de SAN RAFAEL para poder modernizar el servicio del alumbrado público en tecnología LED. Veamos las diferentes normas que regulan la Prestación del Servicio del Alumbrado Público en Colombia:

LEY 1150 DE 2007: Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos. En cuanto al servicio del alumbrado público, esta norma expresa lo siguiente: ARTÍCULO 29. ELEMENTOS QUE SE DEBEN CUMPLIR EN LOS CONTRATOS ESTATALES DE ALUMBRADO PÚBLICO. *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*

[1] Sentencia del diecinueve (19) de Julio de 2012, CONSEJO DE ESTADO SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO- SECCION CUARTA, Consejero ponente: WILLIAM GIRALDO GIRALDO, Radicación número: 41001-23-31-000-2009-00115-01(18806)

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.

LEY 697 DEL 2001 (Uso eficiente y racional de la energía): Esta regula lo concerniente a fomentar o promover el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones; y en su ARTÍCULO 1o. define lo siguiente: *Declárase 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.*

RETILAP (**Resolución número 40150 de 03 May 2024**, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público): la sigla RETILAP, significa, *Reglamente Técnico de Iluminación y Alumbrado Público; esta norma es la que reglamenta el ejercicio técnico de las obras que demanda el servicio de alumbrado público; además describe las condiciones técnicas de las luminarias a utilizar junto a todos sus componentes.*

DECRETO 2424 DEL 2006 (por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público): esta norma complementa las disposiciones de la Resolución Creg 043 del 1995 (que reguló el suministro y cobro de la energía para el alumbrado público de los comercializadores al municipio). Los aspectos más importantes de esta Norma son los siguientes, dado que amplió la definición del servicio del alumbrado público y reguló la aplicación del mismo.

> **Artículo 1°.** Campo de Aplicación. El presente decreto aplica al servicio de alumbrado público y a las actividades que realicen los prestadores de este servicio.
>
> **Artículo 2°.** Definición Servicio de Alumbrado Público. Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los 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. 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.
>
> **Parágrafo.** La iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos residenciales, comerciales o mixtos, sometidos al régimen de propiedad respectivo, no hace parte del servicio de alumbrado público y estará a cargo de la copropiedad o propiedad horizontal. También se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no estén a cargo del municipio o Distrito.
>
> **Artículo 3°.** Sistema de Alumbrado Público. Comprende el conjunto de luminarias, redes, transformadores de uso exclusivo y en general, todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución.
>
> **Artículo 4°.** Prestación del Servicio. 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

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público.**Parágrafo.** Los municipios tienen la obligación de incluir en sus p 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.

Artículo 5°. Planes del servicio. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 12 de la Ley 143 de 1994, 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 expida el Ministerio de Minas y Energía.

Artículo 6°. Régimen de contratación. 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. **Parágrafo.** Los contratos que suscriban los Municipios o distritos, con los prestadores del servicio de alumbrado público, para que estos 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, conforme a lo dispuesto en el artículo anterior.

Artículo 7°. Contratos de suministro de energía. 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 el efecto. En todo caso, en los contratos de suministro de energía, se deberá garantizar la libre concurrencia de los oferentes en igualdad de condiciones.

Artículo 8°. Regulación Económica del Servicio. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 23 de la Ley 143 de 1994, corresponderá a la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, regular los aspectos económicos de la prestación del servicio de alumbrado público.

Artículo 9°. Cobro del costo del servicio. Los municipios o distritos que hayan establecido el impuesto de alumbrado público podrán cobrarlo en las facturas de los servicios públicos, únicamente cuanto este 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.

Artículo 10. Metodología para la determinación de Costos Máximos. Con base en lo dispuesto en los Literales c) y e) del artículo 23 de la Ley 143 de 1994, la Comisión de Regulación de Energía y Gas establecerá 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. **Parágrafo.** 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.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Artículo 11. Criterios para determinar la Metodología. De conformidad con lo establecido en el artículo 44 de la Ley 143 de 1994, la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, aplicará los siguientes criterios para definir la metodología a que se hace referencia en el artículo anterior:

1. Eficiencia económica. Se utilizarán costos eficientes para remunerar el servicio.

2. Suficiencia financiera. Se garantizará la recuperación de los costos y gastos de la actividad, incluyendo la reposición, expansión, administración, operación y mantenimiento; y se remunerará la inversión y patrimonio de los accionistas de los prestadores del servicio.

3. Simplicidad: la metodología se elaborará de tal forma que se facilite su comprensión, aplicación y control.

4. Transparencia. La metodología será explícita y pública para todas las partes involucradas en la prestación del servicio y para los beneficiarios del mismo.

5. Integralidad. Los precios máximos reconocidos tendrán el carácter de integral, en el sentido en que supondrán un nivel de calidad, de acuerdo con los requisitos técnicos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía, y un grado de cobertura del servicio, de acuerdo con los planes de expansión del servicio que haya definido el municipio o distrito.

Artículo 12. Control, inspección y vigilancia. Para efectos de la prestación del servicio de alumbrado público se ejercerán las funciones de control, inspección y vigilancia, teniendo en cuenta las siguientes instancias:

1. Control Fiscal. La Contraloría General de la República, de conformidad con la normatividad constitucional y legal vigente, ejercerá control fiscal permanente sobre los municipios o distritos, en cuanto a la relación contractual con los prestadores del servicio y con los interventores.

2. Control a las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), ejercerá el control y vigilancia sobre las personas prestadoras de Servicios Públicos en los términos establecidos en el artículo 79 de la Ley 142 de 1994.

3. Control Técnico. Las interventorías de los contratos de prestación de servicio de alumbrado público además de las obligaciones contenidas en el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, ejercerán un control técnico con sujeción a la normatividad que expida para esos fines el Ministerio de Minas y Energía.

4. Control Social. Para efectos de ejercer el control social establecido en el artículo 62 de la Ley 142 de 1994 los contribuyentes y usuarios del servicio de alumbrado público podrán solicitar información a los prestadores del mismo, a la Contraloría General de la República y a la interventoría. Los municipios o distritos definirán la instancia de control ante la cual se interpongan y tramiten las peticiones, quejas y reclamos de los contribuyentes y usuarios por la prestación del servicio de alumbrado público.

Artículo 13. Funciones del Ministerio de Minas y Energía. En cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 67 de la Ley 142 de 1994 y 3° del Decreto 070 de 2000, corresponderá al Ministerio de Minas y Energía, ejercer en relación con el servicio de alumbrado público, las siguientes funciones:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

1. Expedir los reglamentos técnicos que fijen los requisitos mínimos que deben cumplir los diseños, los soportes, las luminarias y demás equipos que se utilicen en la prestación del servicio de alumbrado público.

2. Recolectar y divulgar directamente o en colaboración con otras entidades públicas y privadas, información sobre nuevas tecnologías y sistemas de medición aplicables al servicio de alumbrado público.

3. Expedir la reglamentación correspondiente al ejercicio de la interventoría en los contratos de prestación del servicio de alumbrado público.

RESOLUCIÓN CREG 101-013 DEL 2022: (Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público) esta norma por disposición directa del ministerio de minas y energía, regula la forma de remuneración de los prestadores del servicio cuando esta es operado por un particular.

DECRETO 943 DE 2018 (Por el cual se modifica y adiciona la Sección 1, Capitulo 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)

LEY 1819 DEL 2016 -Artículos 349 a 352- (Reforma Tributaria; se reguló el Impuesto de Alumbrado Público), esta Ley es muy importante, dado que marca un precedente en material tributaria toda vez que existían vacíos por la forma de definir los sujetos y elementos del tributo del alumbrado público. Estos son los artículos relacionados en el Capítulo IV de la mencionada Ley:

ARTÍCULO 349. **ELEMENTOS DE LA OBLIGACIÓN TRIBUTARIA**. Los municipios y distritos podrán, a través de los concejos 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 1o. 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 2o. 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.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

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.

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.

ARTÍCULO 353. TRANSICIÓN. Los acuerdos que se adecuen a lo previsto en la presente ley mantendrán su vigencia, salvo aquellos que deben ser modificados, lo que deberá surtirse en un término máximo de un año. Ahora bien, dicho régimen jurídico constitucional se encuentra desarrollado legalmente en la Ley 1150 del 2007, Ley 1474 de 2011, el Decreto 1082 de 2015, el Decreto 2424 del 18 de julio de 2006, Resoluciones 122 y 123 del 2011 y 005 de 2012 expedidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, y demás normas civiles y comerciales que la complementan, adicionan y reglamentan, disposiciones que regulen la materia y lo establecido en los pliegos de condiciones.

Finalmente, es de resaltar que la jurisprudencia ha jugado un papel relevante en la precisión y desarrollo del marco jurídico que ampara la prestación de este servicio público no domiciliario, expresando de manera reiterada la legalidad y la constitucionalidad de su prestación y cobro, así:

Sentencia C-504 del 3 de julio de 2002 de la Corte Constitucional. Constitucionalidad del impuesto creado por la ley 97 de 1913. **jurisprudencial que venía aplicando** en materia de facultad impositiva de las entidades territoriales, con ocasión del pronunciamiento de la Corte Constitucional, en la sentencia C-504 de 2002, que al revisar la constitucionalidad del literal d) del artículo 1º de la Ley 97 de 1913, y el artículo 1º de la Ley 84 de 1915, concluyó que esas normas no vulneraban el principio de legalidad tributaria establecido en el artículo 338 de la Constitución Política.

Desde esta perspectiva, no resulta procedente aceptar la inaplicación del literal d) del artículo 1º de la Ley 97 de 1913, y el artículo 1º de la Ley 84 de 1915 pues, como se observó, esta normativa constituye el marco de la facultad impositiva de los Municipios para establecer el impuesto de alumbrado público, la cual determinó los sujetos activos, algunos sujetos pasivos y los hechos gravables, dejando a los concejos municipales la determinación de los demás elementos del tributo, facultad que se encuentra conforme con los artículos 313-4 y 338 de la Constitución Política, según el estudio de constitucionalidad al que fue sometido la norma, y que para el presente caso hace tránsito a cosa juzgada.

Sentencia Consejo de Estado octubre 15 de 1999, que enuncia la improcedencia de la tutela como mecanismo de cuestionamiento sobre la imposición del impuesto de alumbrado público.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Sentencia Consejo de Estado julio 7 de 2000, que resulta de interés por el análisis que se efectúa sobre la validez del procedimiento de cobro del servicio dentro de la factura de energía.

Sentencia del Consejo de Estado, Sección Cuarta del 9 de julio de 2009, radicación 17001 23 31 000 2006 00404 02 16544.

Sentencia Quibdó C. E. 10 marzo 2010. Sección Cuarta, en la cual señaló: "Según las premisas anteriores vistas desde la perspectiva de los cargos de nulidad, no advierte la Sala ningún vicio que invalide los numerales 4 y 5 del artículo tercero del Acuerdo Municipal demandado, ni los artículos cuarto y quinto ibídem, *pues la categorización del consumo de energía eléctrica por rangos para quienes desempeñan actividades comerciales, industriales o de servicios, es, en principio, un parámetro de medición admisible para establecer la base gravable del impuesto respecto de tales sujetos pasivos.*

Sentencia del siete (7) de marzo del 2011, CONSEJO DE ESTADO SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO- SECCIÓN TERCERA, SUBSECCIÓN C, Consejero ponente: ENRIQUE GIL BOTERO, Radicación Número: 23001233100020030065 0 02. El Municipio puede trasladar la función de recaudo al comercializador de energía, como potestad pública para facilitar la percepción de la renta. Las liquidaciones practicadas con base en acuerdo 50 de 1996 contiene una regla que afecta el grupo pues liquida el tributo sobre la contribución de estratos 5 y 6 e industriales y comerciales. Se causa gravamen sobre gravamen y se condena al pago del perjuicio causado.

Sentencia del diecinueve (19) de Julio de 2012, CONSEJO DE ESTADO SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO- SECCIÓN CUARTA, Consejero ponente: WILLIAM GIRALDO GIRALDO, Radicación número: 41001-23-31-000-2009-00115-01(18806)

Sentencia del treinta y uno (31) de enero del 2013, CONSEJO DE ESTADO SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO- SECCIÓN CUARTA, Consejero ponente: WILLIAM GIRALDO GIRALDO, 13001-23-31-000-2010-00038-01(19181)

Sentencia del Consejo de Estado proferida el 30 de mayo de 2013[2], esta Corporación mantiene su posición al manifestar que: "Como se observa, **la Sala modificó la línea** Así, y en virtud de los principios de autonomía y descentralización territorial, el criterio actual de la Sala en materia de facultad impositiva territorial reconoce la

[2] CONSEJO DE ESTADO, SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO, SECCIÓN CUARTA, Consejero Ponente: CARMEN TERESA ORTIZ DE RODRÍGUEZ (E), Bogotá D.C., 30 de mayo de 2013, Referencia: 44001233100020080007 2 01, Radicado: 19071, Actor: CLARA MARÍA GONZÁLEZ ZABALA, Demandado: MUNICIPIO DE URUMITA.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

autonomía fiscal de los Municipios para regular directamente los elementos de los tributos que la ley les haya autorizado". (Subrayado y negrilla fuera de texto)

Sentencia C-272/16 (Mayo 25), EXPEDIENTE D-11056 -M.P. Luis Ernesto Vargas Silva, esta sentencia *declaró inexequible el artículo 191 de la Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, que regulaba una contribución especial para financiar el servicio de alumbrado público, la cual vulneraba la cláusula del estado social de derecho y el 338 de la constitución política, en cuanto se refiere a la fijación de los elementos esenciales del tributo. De igual manera, la Corte Constitucional resalto que:*

"(…) Para decidir, la Corte subrayó que, a la luz de la Carta Política y, en especial, de los artículos 365 a 370, los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, y que existe una relación inescindible entre dichos servicios y el principio de Estado social de derecho (art. 365 C. P.).

La Corte indicó que la función fundamental del servicio de alumbrado público no es proporcionar un beneficio exclusivo, particular y privado a personas específicas, sino que es prestado en interés general a toda una colectividad.

De similar forma, reiteró que contrario a las tasas, las contribuciones especiales son compensaciones que se pagan por beneficios dirigidos a sectores sociales, no individualizables. Señaló que dichas obras no se llevan a cabo a elección o por solicitud del contribuyente y que el pago del gravamen es obligatorio."

Y por último el Consejo de Estado Sección Cuarta, alineó jurisprudencia y unifico criterios mediante la *Sentencia de Unificación 2019-CE-SUJ-4-009 en donde se reguló de manera definitiva lo concerniente a la forma de cobrar el impuesto a los contribuyentes especiales de acuerdo a su actividad económica y de servicio; se aclaró el concepto de Sujeto Pasivo, Hecho Generador sobre todo los conceptos de USUARIO POTENCIAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO entre otros.*

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 3
CARACTERISTICAS Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LUMBRADO PÚBLICO.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

3.1.1 Nombre del proyecto.

El nombre del proyecto es: **"ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DE LA PRESTACION DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES TÉCNICO, REGULATORIO, FINANCIERO Y AMBIENTAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL– DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA"**

3.1.2 Duración del Proyecto.

El tiempo de ejecución del proyecto estará condicionado por las inversiones necesarias para llevar a cabo la modernización y expansión total del sistema de alumbrado público mediante tecnología LED. La selección del modelo contractual se realizará con base en los intereses del municipio, garantizando su cumplimiento con la normativa vigente. Para ello, se atenderán las disposiciones establecidas en la Ley 80 de 1993, la Ley 489 de 1998, la Ley 1474 de 2011, la Ley 1150 de 2007 (especialmente su artículo 29), la Resolución CREG 101-013 de 2022, la Ley 1819 de 2016, el Decreto 943 de 2018 y demás regulaciones aplicables dentro del marco legal colombiano, asegurando la transparencia y viabilidad del proyecto.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO.

Es un servicio de carácter no residencial cuya administración y control corresponden exclusivamente al municipio. Entre sus principales funciones se encuentran la Administración, Operación y Mantenimiento (AOyM), la repotenciación y sustitución de luminarias, la expansión del sistema, la modernización, la interventoría, así como la gestión del suministro energético requerido para su adecuado desempeño. Una de sus particularidades es que dispone de una fuente de financiamiento propia, proveniente de un tributo municipal denominado impuesto de alumbrado público. Dicho impuesto tiene como propósito exclusivo garantizar el sostenimiento y operación del sistema de iluminación pública, en cumplimiento de lo estipulado en los artículos 349 al 353 de la Ley 1819 de 2016.Al tratarse de un servicio público, su disponibilidad debe asegurarse de manera continua y sin interrupciones para todos los sectores de la población. Su correcta prestación es clave para fortalecer la percepción de seguridad en la comunidad, especialmente en horario nocturno, permitiendo un tránsito más seguro por las calles y vías del municipio, lo que impacta positivamente en la calidad de vida de los ciudadanos, tanto en zonas urbanas como rurales. Este servicio se considera un bien público de acceso colectivo, lo que significa que debe implementarse de manera equitativa en toda la jurisdicción municipal. Aunque su consumo no es individualizado, sus beneficios se extienden a múltiples residentes y propiedades, favoreciendo el bienestar general sin distinción socioeconómica, al proporcionar mejores condiciones de iluminación y seguridad en todos los espacios del municipio.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

3.3 ÁREA DE CUBRIMIENTO DEL SERVICIO

El servicio de alumbrado público tiene como finalidad proporcionar condiciones adecuadas de visibilidad y seguridad en los espacios públicos de libre circulación, mediante la instalación y operación de sistemas de iluminación artificial. Su cobertura no se limita únicamente a las áreas urbanas consolidadas, sino que abarca toda la extensión de la jurisdicción municipal, incluyendo **el casco urbano, los centros poblados, los corregimientos y las veredas de la zona rural** que cuentan con infraestructura eléctrica regularizada.

El diseño de la red de alumbrado público contempla criterios técnicos y urbanísticos que permiten su integración en diferentes tipologías de espacio público. Estos incluyen:

- **Vías de circulación vehicular**: principales, secundarias, terciarias y rurales.
- **Corredores peatonales**: andenes, senderos y ciclorrutas.
- **Espacios recreativos y de encuentro ciudadano**: parques, plazas, canchas deportivas y zonas verdes.
- **Equipamientos comunitarios**: centros educativos, culturales y de servicios públicos.
- **Entornos de infraestructura crítica**: estaciones de transporte, accesos a hospitales y entidades oficiales.

La planificación de la cobertura se basa en estudios técnicos que consideran parámetros como los niveles de iluminancia requeridos, la uniformidad lumínica, la eficiencia energética, la compatibilidad con normativas ambientales y la minimización de la contaminación lumínica.

Asimismo, la expansión del servicio hacia **nuevas áreas urbanizadas, cascos urbanos en crecimiento y sectores rurales en proceso de consolidación**, se realiza en función de las prioridades establecidas en el Plan de Desarrollo Municipal, los instrumentos de planeación territorial (POT/EOT) y la capacidad de financiamiento proveniente del impuesto de alumbrado público.

El objetivo técnico es garantizar una prestación homogénea y eficiente en todo el territorio, asegurando que la red de alumbrado público contribuya a la reducción de riesgos asociados a la movilidad nocturna y al fortalecimiento de la seguridad ciudadana, tanto en los **espacios urbanos consolidados** como en las **veredas y sectores rurales dispersos**.

3.4 NIVELES DE EFICIENCIA Y CALIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

El propósito del municipio de SAN RAFAEL con el presente proyecto es seleccionar la alternativa más adecuada entre las distintas opciones tecnológicas y operativas disponibles en el mercado, garantizando que el servicio de alumbrado público cumpla con los más altos estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad. Para ello, se realizará un análisis integral que contemple factores administrativos, financieros, técnicos y operativos, asegurando la consolidación de un sistema regulado y de alto desempeño.

Se proyecta alcanzar un nivel de eficiencia superior al 90% tras la modernización y repotenciación de las luminarias de sodio actualmente instaladas, además de lograr una cobertura del 100% una vez implementado el plan de expansión contemplado en el proyecto.

Como parte de la estrategia para optimizar la gestión del servicio, se contempla la creación de una oficina especializada para la atención de PQRS (Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias), que funcionará como

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

canal directo entre la administración municipal y la ciudadanía, garantizando una atención eficiente y oportuna a las necesidades relacionadas con el alumbrado público.

Entre las funciones principales que asumirá esta dependencia se incluyen:

- ✓ *Ejecución de inspecciones técnicas y atención de solicitudes ciudadanas relacionadas con el sistema de iluminación.*
- ✓ *Realización de labores de mantenimiento preventivo y correctivo sobre la infraestructura instalada.*
- ✓ *Implementación de mejoras continuas mediante procesos de repotenciación y actualización tecnológica.*
- ✓ *Coordinación de actividades de poda y manejo de la vegetación que interfiera con la correcta distribución de la luz.*
- ✓ *Instalación de luminarias en zonas urbanas o rurales que hayan experimentado crecimiento y carezcan actualmente del servicio.*
- ✓ *Tramitación de solicitudes para la ampliación o expansión del servicio en áreas no cubiertas.*

Esta oficina especializada será responsable de la recepción, registro, seguimiento y cierre de todas las solicitudes vinculadas al servicio de alumbrado público, asegurando una gestión eficiente, transparente y orientada a fortalecer la calidad del servicio. En la Tabla N° 3 que se presenta a continuación, se detallan los indicadores clave de eficiencia y calidad proyectados para el sistema:

Tabla N°3
Indicadores de eficiencia y calidad del sistema de alumbrado público

Ítem	Indicador	Descripción Técnica y Operativa
1	Tiempo de respuesta en mantenimiento correctivo	Se garantiza la atención oportuna de fallas en luminarias apagadas, intermitentes o defectuosas, con un tiempo máximo de respuesta de 48 horas tras la radicación de la solicitud en el sistema PQRS. La orden de servicio es emitida de forma inmediata y las intervenciones son ejecutadas por personal técnico certificado. Se dará prioridad a puntos críticos (vías principales, parques, zonas escolares).
2	Cobertura total con tecnología LED	Se proyecta alcanzar una cobertura del 100% del sistema con luminarias LED, en un plazo máximo de tres años desde la entrada en operación del proyecto de modernización. La cobertura se entenderá como el reemplazo total de las luminarias de sodio, mercurio y otras tecnologías obsoletas. El avance se controlará por medio de informes trimestrales de ejecución y se actualizará en el censo del sistema.
3	Nivel de iluminancia promedio mantenido	Se establece como estándar técnico alcanzar y mantener niveles de iluminancia que cumplan con las recomendaciones del RETILAP (Resolución 180540 de 2010) y CIE 115, con rangos de 20 a 50 lux promedio, según la clasificación de vías (arteriales, colectoras, locales) y de espacios públicos (parques, plazas). Se realizarán auditorías fotométricas anuales.
4	Uniformidad lumínica	El sistema garantizará un índice de uniformidad ≥ 0.35 en la iluminación de espacios públicos, permitiendo así un reparto homogéneo de la luz, eliminando zonas de penumbra que puedan afectar la percepción de seguridad o la funcionalidad de las vías.

5	Reducción de consumo energético	Como resultado de la modernización y la adopción de luminarias LED de alta eficiencia (>130 lm/W), se estima lograr una reducción superior al 50% del consumo de energía eléctrica del sistema, en comparación con los niveles previos a la intervención. Los datos de consumo serán contrastados con los reportes de la empresa comercializadora de energía.
6	Implementación de sistemas de tele gestión	El proyecto incorporará tecnologías de telegestión remota (controladores inteligentes y plataformas SCADA) que permitirán monitorear en tiempo real el estado de las luminarias, detectar fallos, optimizar horarios de encendido/apagado y mejorar la eficiencia operativa global. La meta es implementar telegestión en al menos el 80% de la infraestructura instalada.
7	Índice de satisfacción ciudadana (PQRS)	Se establecerá un sistema de encuestas periódicas a usuarios y ciudadanos, con el fin de medir la percepción de calidad del servicio de alumbrado, niveles de seguridad y calidad de atención. Se establece como meta alcanzar un nivel de satisfacción general superior al 85% en las evaluaciones anuales.
8	Instalación en nuevas zonas (crecimiento vegetativo)	La capacidad de respuesta frente al crecimiento urbano y nuevas áreas habitadas exige que las solicitudes de instalación de luminarias en zonas nuevas sean atendidas en un plazo máximo de 72 horas tras su radicación en PQRS. Se mantendrá un stock de luminarias y accesorios para asegurar una respuesta ágil.
9	Plan de mantenimiento preventivo	El sistema operará bajo un Plan de Mantenimiento Preventivo con recorridos programados quincenales, tanto en horarios diurnos como nocturnos. Se incluirán inspecciones visuales, revisiones de componentes eléctricos, verificación de integridad estructural de postes y brazos, así como limpiezas y calibraciones de las luminarias. Se integrará también el análisis de patrones históricos de fallas.
10	Tasa de fallos prematuros (<1 año)	Se controlará la tasa de fallas prematuras de luminarias nuevas (con menos de 12 meses de operación), considerando como referencia un nivel máximo de 2% de fallas tempranas aceptables, según lo recomendado en normativas internacionales y estándares de garantía de fabricantes. Se exigirá trazabilidad de equipos defectuosos y aplicación de garantías.
11	Actualización del censo técnico del sistema	Se ejecutará un censo técnico completo del sistema de alumbrado público cada año, en coordinación con la administración municipal y la empresa de energía. El censo incluirá la georreferenciación (GIS/SIG), características técnicas de luminarias, potencia, estado físico, tipo de tecnología y ubicación exacta. Los datos serán integrados en una base digital actualizada.
12	Tiempo promedio de resolución total de PQRS	Se establece como meta que el tiempo promedio de resolución total de solicitudes PQRS (Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias) relacionadas con el alumbrado público no supere las 72 horas para al menos el 90% de los casos registrados, evaluado mensualmente.

Tabla 3: Indicadores de eficiencia y calidad del sistema de alumbrado público

El operador que resulte seleccionado para la prestación integral del servicio de alumbrado público en el municipio de **SAN RAFAEL** estará obligado a realizar las inversiones necesarias para la modernización del sistema, migrando a tecnología **LED de alta eficiencia**, y garantizando la ampliación de la cobertura hasta alcanzar el **100% del territorio municipal** en un plazo previamente definido en el contrato.

Igualmente, deberá asegurar la prestación del servicio bajo **altos estándares de calidad, continuidad y eficiencia energética**, con el propósito de ofrecer a la ciudadanía condiciones óptimas de visibilidad, confort y seguridad en el espacio público, especialmente durante el horario nocturno.

Como parte del proceso de modernización, el operador podrá proceder a la **reubicación y reutilización de luminarias o componentes desmontados** en el marco de actividades de reposición, repotenciación o expansión, siempre y cuando dichas acciones se ejecuten **conforme al marco normativo vigente** y con cargo a sus propios recursos financieros.

Es importante resaltar que el **municipio de SAN RAFAEL no destinará recursos de su presupuesto para las inversiones iniciales, ya que no cuenta con los recursos suficientes para las inversiones requeridas a corto plazo** o ejecución de obras de modernización, ya que la totalidad de estos costos será asumida por el operador adjudicatario, según las condiciones y plazos que se establezcan en el proceso contractual, siempre y cuando no exista una mejor alternativa.

3.5 CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL ESPACIO O TIPO DE VÍA Y SUS PARAMETROS DE DISEÑO.

Los espacios públicos que, de acuerdo con las disposiciones nacionales, municipales o distritales, deban implementar 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:

- ✓ 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. Dicha percepción de seguridad se logra si el alumbrado permite apreciar oportunamente el entorno y evitar obstáculos, a los usuarios que circulan a las velocidades permitidas por la ley. El diseñador debe tener en cuenta las condiciones de velocidad de desplazamiento, densidad de tráfico, distancias de observación y condiciones ambientales que definen el trabajo visual a realizar por los usuarios de tales espacios, con los cuales debe establecer los parámetros adecuados para su diseño, tal que garanticen la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual.

- ✓ La cantidad y calidad de luz es el objetivo del alumbrado público, para proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios públicos de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, sin comprometer la percepción visual adecuada del entorno, la seguridad de las personas y el confort visual.

- ✓ Verificar que no se violen los indicadores de densidad de potencia instalada. Tales parámetros se deben mantener dentro de los límites permitidos por el reglamento durante toda la vida útil de la instalación con

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

la que se ha definido el diseño de la instalación.

- ✓ 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, con ella aportará la seguridad en la circulación por los espacios públicos. Tal comodidad se relaciona con niveles apropiados de adaptación del ojo humano y principalmente con niveles de uniformidad apropiados que estimulen la concentración y, por ende, faciliten la reacción de conductores y peatones.

- ✓ Se debe verificar que los valores de relación de entorno (EIR) se encuentren dentro de los valores requeridos por el presente Reglamento (Véase la CIE 136, CIE 140 y CIE 115 últimas versiones o las que las reemplacen). Para vías que involucren peatonales y ciclorrutas adyacentes, estos espacios deben cumplir los niveles de iluminación estipulados en el presente Reglamento en la Tabla 3.3.1.2. a., y no es necesario considerar este factor.

- ✓ 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. En cualquier caso, es necesario el análisis económico de mínimo tres propuestas, que incluyan mínimo tres marcas de luminarias diferentes, si no se logra obtener las tres propuestas es válido un comunicado o carta del proveedor de los equipos o del fabricante, donde manifieste que no está interesado en desarrollar el proyecto. Con este mecanismo se parte de una base de estudio técnico por proyecto o perfil tipo, dando herramientas para determinar cuál de ellas presenta la mejor Inter distancias, menor altura, menor consumo de energía por kilómetro y menor costo constructivo. Estos análisis deben utilizar la metodología descrita en el presente Reglamento, basado en el CAUE y VPN.

- ✓ 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. Cuando sea posible y no comprometa, la seguridad de las personas, se debe incentivar el uso de sistemas de dimerización, sonorización, tele gestión e integración a futuro con sistemas de ciudades inteligentes, con el fin de disminuir el consumo de energía. Nota: Para vías de circulación vehicular no se debe hacer uso de sistemas de dimerización.

- ✓ 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, las cuales se deben reflejar en el diseño. Se debe tener especial cuidado con el tema de arborización, donde en los sistemas de alumbrado existentes que tengan postes a menos de un metro de distancia de un árbol y la luminaria quede ubicada dentro de la copa del árbol, el operador de alumbrado público debe proponer la solución para cumplir con la coexistencia con estas especies, y que la luminaria quede sin ningún tipo de obstáculo por parte del follaje, esto se puede lograr ya sea por traslado de postes, utilización de brazos más largos entre otros (ver numeral 3.3.1.7. Coexistencia de luminarias con árboles en las vías).

- ✓ Seguir los requerimientos de las normas de urbanismo y el Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT de cada ciudad o municipio, donde deben estar estipuladas las clasificaciones de las vías de acuerdo con su importancia, flujo vehicular en vehículos carril por hora, velocidad de diseño y topología por lo que se

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector donde se proyecta la instalación se resalta que el diseño fotométrico prima sobre el diseño urbanístico

- ✓ 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 el presente Reglamento, de tal forma que se realicen las respectivas modificaciones en la infraestructura existente, cuando sea el caso, consistentes en la adición de postes, modificación de longitudes del brazo, cambios en ubicación de postes o soportes, potencias de las luminarias, etc.

- ✓ 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. Así mismo, es importante considerar el uso típico de la vía, bien sea peatonal, ciclorruta o para vehículos automotores. Para cada caso, se deben buscar las distribuciones y equipos que mejoren el impacto visual de la instalación.

- ✓ 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 (no se aceptan diseños para superficies nuevas), o de acuerdo con los criterios adaptados para caso como se menciona a continuación.

- ✓ 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:

    1) Si el recubrimiento es adoquín gris se puede realizar el cálculo con recubrimiento R2 (Qo 0,07)
    2) Si es adoquín color ladrillo o vía empedrada se debe realizar con recubrimiento R3 (Qo 0,07).

- ✓ Para el caso de vías sin pavimento se debe realizar el cálculo con recubrimiento R2 Qo (0,07). En estos casos solamente se realizará verificación del cumplimiento con base en lo estipulado en el Libro 4 del presente Reglamento, mediante el método de medición de los 9 puntos o el método de medición para iluminancia de acuerdo con la norma CIE 140, cuando al realizar la medición por el método de los 9 puntos no concuerden los datos con los resultados entregados en la memoria de cálculo, donde se debe realizar el cálculo de iluminación de la calzada en luminancia, pero la corroboración de datos se hará en iluminancia.

- ✓ 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.

- ✓ 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 presente Reglamento y manteniendo la estética de la instalación.

- ✓ 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.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- ✓ 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:
    1) La velocidad de circulación
    2) La frecuencia y naturaleza de los obstáculos posibles en la vía
    3) El tipo de usuarios de la vía.

- ✓ 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.)

- ✓ 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 perseguidos, diferentes para cada uno de ellos, pero bien caracterizados para un mismo conjunto.

- ✓ 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 RETILAP.

- ✓ 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.

Conforme a lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, adoptado mediante la Resolución 40150 de 2022 del Ministerio de Minas y Energía, el diseño de sistemas de alumbrado público debe estar fundamentado en criterios técnicos que aseguren eficiencia energética, seguridad vial y confort visual para todos los usuarios. Una de las principales herramientas que proporciona el RETILAP es la clasificación de las vías vehiculares según su funcionalidad, velocidad de operación y volumen de tránsito vehicular. Esta clasificación permite definir la clase de iluminación requerida (M1 a M6), la cual orienta el nivel de iluminación necesario para garantizar una visibilidad adecuada en condiciones nocturnas. Los criterios técnicos de esta clasificación se resumen en la Tabla N° 4:

Tabla N° 4

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

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

M6	**Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.**	**Muy reducido**	**V<20**	**Muy reducido**	**T<150**

Tabla N° 4: Clases de iluminación y criterios de asignación para vías vehiculares. (elaboración propia)

Asimismo, el reglamento permite ciertas flexibilidades en la aplicación de estas clases de iluminación, siempre que se justifique técnicamente y se garantice el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad y eficiencia. En este contexto normativo, en el municipio de SAN RAFAEL se han identificado los tipos de vías predominantes en su territorio, y su respectiva correspondencia con las clases de iluminación establecidas en el RETILAP, como se muestra en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5.
Clases de vías predominantes en el municipio de SAN RAFAEL

CLASES DE VÍAS (P.B.O.T.)	**CLASES DE ILUMINACIÓN (RETILAP)**
ENTRADA DEL MUNICIPIO	M2
CALLES O CARRERAS	M3 y M4
CALLES O CARRERAS	M5

Tabla N° 5: Clases de iluminación según vía vehicular que predomina en el municipio.

Una vez definida la clase principal de iluminación para una vía vehicular, es importante complementar el diseño considerando variables adicionales como el nivel de complejidad del tránsito, la existencia de intersecciones semaforizadas o glorietas, la diversidad de usuarios (peatones, ciclistas, vehículos) y la presencia de elementos de separación entre ellos. Estos factores permiten ajustar el diseño del alumbrado a las condiciones reales del entorno, asegurando seguridad, confort visual y eficiencia energética. Conforme al RETILAP (Resolución 40150 de 2022) y la Ley 697 de 2001 sobre el uso racional y eficiente de la energía, se permite en ciertos casos aplicar una clase de iluminación inferior a la inicialmente establecida, siempre que existan condiciones técnicas justificadas, como control de tráfico o segregación de flujos.

A continuación, se presenta la tabla con la clasificación de vías y la clase de iluminación correspondiente en el municipio de SAN RAFAEL, Antioquia:

Tabla N° 6
Clases de iluminación según tipo de vía predominante en el municipio de SAN RAFAEL.

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, glorietas 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:	

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

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 N° 6 Otras variables a tener en cuenta para el diseño de una Vía vehicular (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.).*

NOTAS:

1) La complejidad de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros, señales, entradas y salidas de rampas. Se debe tener en cuenta que las intersecciones viales y otros sitios de tráfico complejo se analizan separadamente.

2) La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se tomará en cuenta, cuando existe esta separación.

3) Los diferentes tipos de usuarios de la vía, son: automovilistas (en vehículos veloces o lentos), motoristas de vehículos pesados y lentos (camiones), vehículos grandes y lentos (buses y sistemas de transporte masivo, incluidos medios férreos urbanos) ciclistas, motociclistas, diferentes medios alternos motorizados y peatones. En los casos especiales en los que para una misma vía se tenga una clase de iluminación de acuerdo con la velocidad y otra de acuerdo con el tránsito de vehículos, prevalecerá aquella clase de iluminación superior, teniendo en cuenta que, en la escala, M1 es la superior y M6 la inferior

3.5.1 Requisitos de Iluminación para vías Vehiculares

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se debe asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la Tabla N°7 para luminancia. Los valores se deben calcular para piso seco.

Tabla N° 7.

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco												
	Luminancia promedio Lprom (cd/m^2)	Uo (min/ (med)	UL (min/ max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical minima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilindrica minima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical minima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilindrica minima (Esc,min, lux)
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 N°7: 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

Se debe diseñar con los niveles de uniformidad longitudinal (UL) especificados en este Reglamento, pues una falta del cumplimiento de este requerimiento puede generar aparición de zonas o áreas con diferencias marcadas de iluminación (efecto cebra), uno de los causantes de la fatiga visual de los conductores en las vías. Para vías de alta complejidad, tales como, las que presentan perfiles que presentan varias calzadas paralelas (no carriles) y separadores en el mismo corredor de circulación y donde se deben incluir simultáneamente todos los espacios involucrados en el corredor en la memoria de cálculo, para ver la influencia en los niveles de iluminación obtenidos de todos los equipos de iluminación instalados en el perfil sobre cada una de las zonas, puede presentarse que los valores de iluminancia promedio en ciclorrutas y peatonales se sobrepasen los rangos de valores de nivel de iluminación estipulados. Por lo tanto, el diseñador es responsable de acercarse tanto como sea posible a estos rangos de iluminancia estipulados en la tabla en mención, propendiendo por el uso racional y eficiente de energía y no sobrepasando los valores de densidad de potencia instalada del sistema de iluminación.

3.5.2 Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes

Se consideran zonas críticas aquellas que implican un estado de atención mayor por parte de los usuarios de los espacios iluminados, estas zonas están comprendidas por los cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes, bajo puentes, tanto vehiculares como peatonales, entre otros. La clasificación C debe cumplirse en especial en los espacios anteriormente mencionados. La Tabla N°8, establece los requisitos de niveles de iluminación promedio y de uniformidad mínimos para las denominadas áreas críticas, en el caso que un cruce o intersección vehicular involucre vías con dos clasificaciones M distintas, se debe tomar el valor C de la vía de mayor importancia.

Tabla N°8
Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115

Clase de iluminación más importante que converge en el cruce	Clase C	Iluminancia Promedio en toda la superficie (luxes)	Uniformidad general Uo
M1	**C0**	50	**0,4**
M2	**C1**	30	**0,4**
M3	**C2**	20	**0,4**
M4	**C3**	15	**0,4**
M5	**C4**	10	**0,4**
M6	**C5**	**7,5**	**0,4**

Tabla N°8: Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes

En áreas críticas particulares tales como las mencionadas a continuación, se deben aplicar los criterios y clases de iluminación según la Tabla N°9

Tabla N°9
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**
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**

Tabla N°9: Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes

3.5.3 Localización de luminarias

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía, con los requerimientos lumínicos de la calzada, con la altura neta de montaje de las luminarias con respecto a la calzada, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deben cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y las zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.):

1. Los postes deben ser instalados a una distancia del borde de la vía mínimo 60cm, para el caso de requerirse o determinar que la mejor solución es instalar los postes en separadores centrales o separadores, estos no deben tener un ancho menor de 1,5 metros.
2. Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos. La interdistancia de los postes de alumbrado será la que resulte del estudio fotométrico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (árboles, sillas, canecas para basura, bolardos, ciclo parqueos, etc.).
3. Los municipios, o entidades encargadas del alumbrado público, deben realizar el estudio de iluminación previo a la determinación de la disposición de los elementos de urbanismo y arquitectónicos con el fin de que el proyecto cumpla con las condiciones óptimas de niveles de iluminación y uso racional y eficiente de energía.
4. Las interdistancias definidas en la memoria de cálculo, sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, rampas, entre otras.
5. La inclinación de la luminaria de ser necesario entre 0 y máximo 15° con respecto a la horizontal, y/o utilizando brazos con mayor longitud.
6. Se pueden utilizar las distribuciones de equipos más adecuadas de acuerdo con el perfil de la vía, de acuerdo con las siguientes disposiciones de luminarias, donde H es la altura de la luminaria, W el ancho de la calzada y S la interdistancia entre luminarias. Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador debe aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación de acuerdo con las siguientes disposiciones de puntos

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

luminosos:

7. Disposición unilateral: Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la calzada. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos.

Figura 3

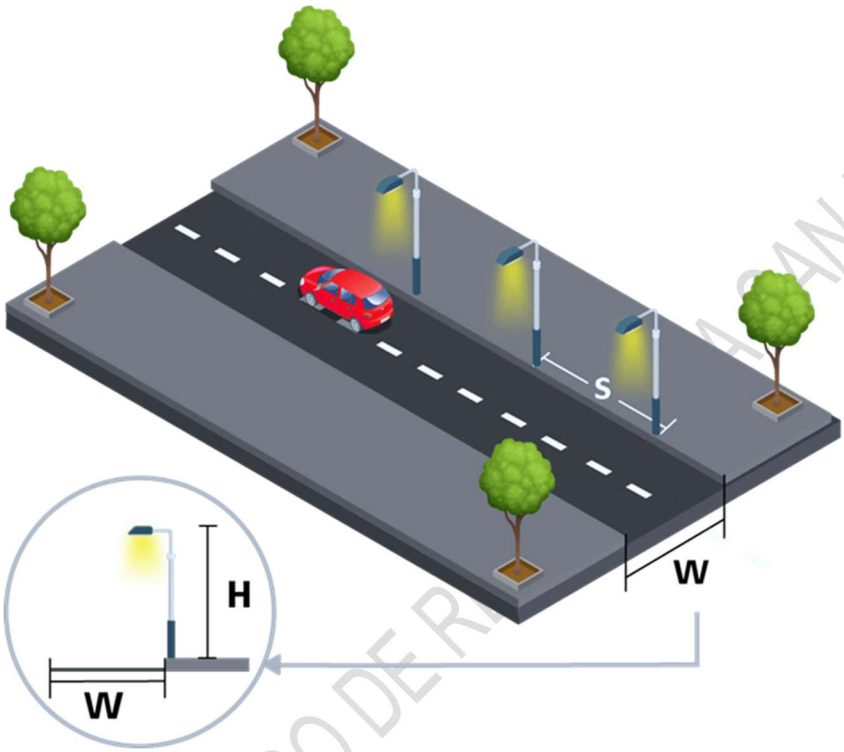
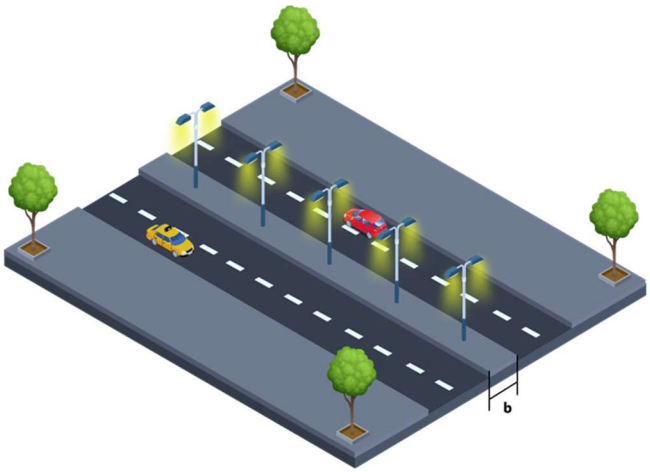


Figura N°3: Disposición Unilateral (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

8. Central doble: Donde los carriles de circulación en una dirección y otra cuentan con separador no menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales.

Figura 4

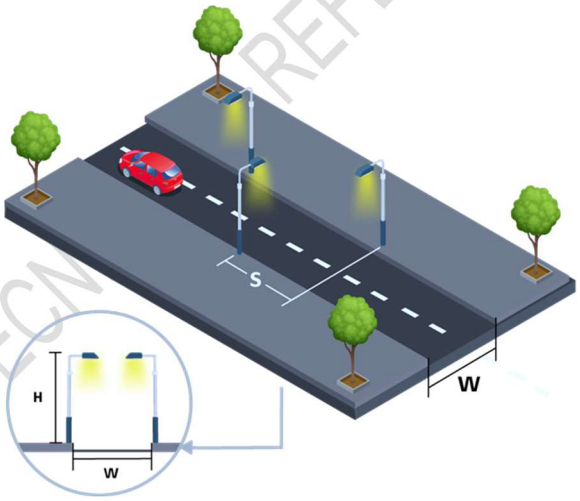
EESTUDIO TECNICO DE R... SAN RAFAEL



Nota Figura N°4: Disposición Unilateral(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

9. Bilateral alternada: Se podrá utilizar esta configuración cuando la calzada presenta un ancho W superior a la altura de montaje H de las luminarias, de forma tal que se cumpla la siguiente relación 1.0 < (W/H) < 1,50. Se excluye esta disposición para el caso de aplicación en túneles.

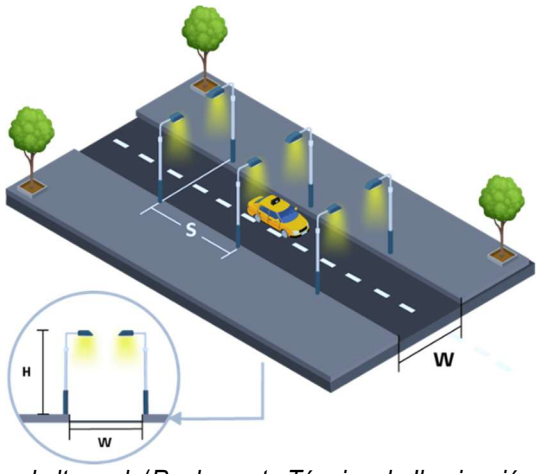
Figura 5



Nota Figura N°5: Disposición Bilateral alternada(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

10. Bilateral opuesta con separador: En este caso, la iluminación consta de dos filas de luminarias: una a cada lado de la vía y cada luminaria se encuentra enfrentada con su correspondiente del lado contrario. Por otra parte, el solo uso de la disposición no garantiza el resultado. El diseño completo contempla una solución integral a la iluminación de la vía propuesta incluidos los alrededores inmediatos. Esta disposición sobre vías principales es comúnmente usada si se requiere solamente para iluminación doble propósito: la vehicular y la peatonal.

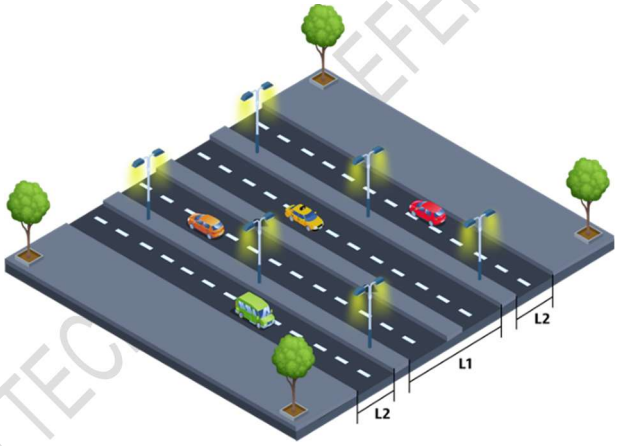
Figura 6



Nota Figura N°6: Disposición Bilateral alternada(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

11. Otras combinaciones: Otra forma muy eficiente para vías de cuatro calzadas es utilizar una distribución central sencilla para las calzadas centrales y una distribución bilateral alternada en conjunto con las centrales, para los carriles externos.

Figura 7

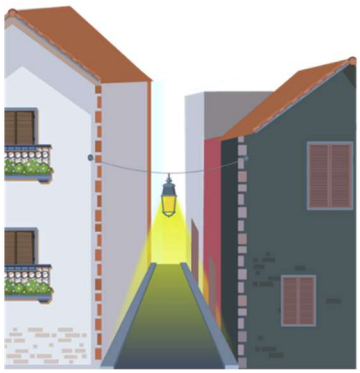


Nota Figura N°7: Disposición Otras combinaciones(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

12. Disposición central suspendida en catenaria o guaya: En este caso, la iluminación consta de una fila de luminarias en el centro de la vía, las cuales están suspendidas en una guaya de seguridad, estas luminarias deben tener una fotometría que permita enviar la luz en forma asimétrica longitudinal a la vía, permitiendo obtener la mayor interdistancia posible. Como aplicaciones principales se encuentran zonas en calles angostas o muy arborizadas en donde para este caso se facilita evadir el follaje de los árboles disminuyendo los posibles problemas de uniformidad sobre la vía que se puedan presentar.

Figura 8

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL



Nota Figura N°8: Disposición Central Suspendida

13. Disposición en glorietas o rotondas: En estos casos, la ubicación de los equipos se define a criterio del diseñador, donde se puede optar por luminarias distribuidas en el área externa de la glorieta o en mástiles de gran altura según convenga, utilizando la menor cantidad de potencia posible.

Figura 9



Nota Figura N°9: Disposición en glorietas o rotondas(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

3.5.3 Casos especiales de disposición de luminarias

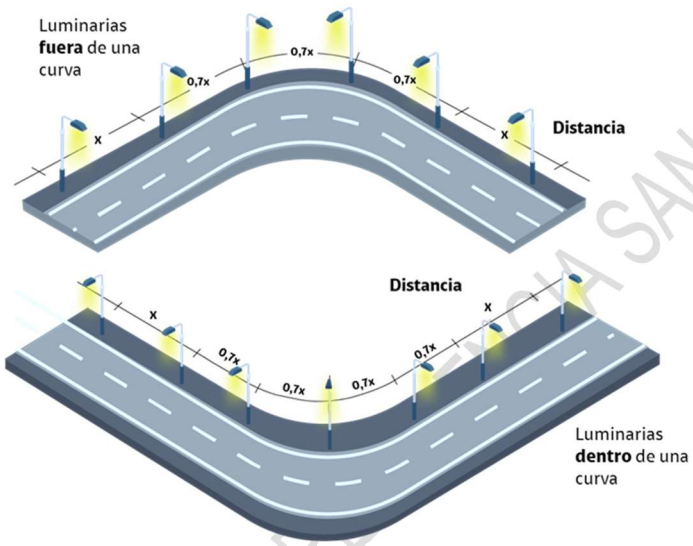
En sitios críticos como bifurcaciones, curvas, cruces a nivel, etc. se debe cumplir con las especificaciones fotométricas exigidas para cada sitio. El diseñador debe tener en cuenta las condiciones del tránsito automotor, la importancia relativa de las vías, la localización de monumentos, los obstáculos existentes, las señales de tránsito, etc.Las disposiciones de luminarias que se dan a continuación no constituyen una solución definitiva para cada caso particular (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

1. Disposición en curvas. El trabajo visual del conductor en las curvas se aumenta, por lo que en

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

curvas leves (entre 0° y 30°) se debe reducir la interdistancia básica hasta un máximo de 0,90*X* en el trayecto de entrada o salida de la curva (normalmente comprende 100 a 200 m para velocidades de circulación de 60 o 75 km/h respectivamente) y a 0,75X en el trayecto mismo de la curva (donde se ha trazado la vía con un radio dado

Figura 10



Nota Figura N°10: Disposición en curvas (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

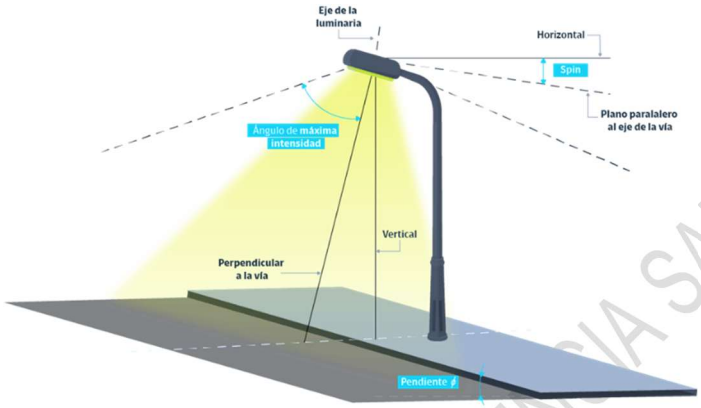
Se considera que un tramo es realmente curvo, cuando el radio de curvatura del trazado de la carretera sobre su eje es mayor a 300 m. Cuando se trata de curvas más pronunciadas (entre 30° y 90° y radio interior a 300 m) la Inter distancia se puede reducir hasta 0,7X, cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva. Si se encuentran en la acera interior, esta reducción puede llegar hasta 0,55X. En los casos de retornos en puentes donde la curvatura es muy cerrada, esta distancia puede llegar a 0,5X sin importar en cuál de los costados estén instalados los postes. No se debe utilizar distribución bilateral alternada

2. Disposición en calzadas con pendiente. Cuando las luminarias están localizadas en calzadas con pendiente, se serán orientarlas de tal manera que el rayo de luz en el nadir sea perpendicular a la vía. El ángulo de giro formado entre el brazo y la luminaria, se denomina spin y debe ser igual al ángulo de inclinación de la vía q. Esto asegura máxima uniformidad en la distribución de la luz y reduce el deslumbramiento de una manera eficaz. Igual que en las curvas, el trabajo visual del conductor en una calzada con pendiente se aumenta. Se considera que una calzada está en pendiente, como para variar las condiciones de iluminación, cuando ésta excede el 8 %, por debajo de este valor se considera la iluminación como un trayecto plano. Los diseños de iluminación siempre se deben realizar como si estos estuvieran en parte plana independiente de la inclinación. Al igual que en los trayectos curvos, los primeros 100 o 200 m

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

(dependiendo de la velocidad de circulación) al entrar a una sección de la calzada en pendiente, el diseñador debe reducir la interdistancia a 0,90X. En la cima, unos 100 o 200 m antes y después, dependiendo de la velocidad de circulación, la interdistancia se reduce paulatinamente hasta llegar a 0,70X. ver la figura 11

Figura 11



Nota Figura N°11: Disposición en calzadas con pendiente(*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)

Los postes, en estos trayectos en pendiente, deben permanecer verticales e independientes de la inclinación de la calzada.

Si un trayecto de la calzada es inclinado y además es curvo, los postes o apoyos de las luminarias deben ubicarse detrás de las barreras protectoras o naturales que existan, con el fin de evitar accidentes de tránsito y reducir sus complicaciones, cuando se produzcan.

3.5.4 Requisitos de iluminación de otras áreas del espacio público

Dentro del marco normativo vigente, se consideran como áreas de espacio público con fines de esparcimiento y recreación aquellas destinadas a actividades lúdicas, deportivas, culturales y de relajación. Estas incluyen parques zonales o vecinales (tanto recreacionales como de esparcimiento), plazas, plazoletas, alamedas, ciclorrutas, andenes, parqueaderos públicos, zonas verdes con uso comunitario, así como la iluminación arquitectónica de fachadas de edificios gubernamentales, iglesias y monumentos, siempre que estos hayan sido definidos como parte del alumbrado público a través de acuerdos municipales, y conforme a lo estipulado en el **Decreto 943 de 2018** o las disposiciones que lo sustituyan, modifiquen o complementen. Es importante aclarar que no se incluyen dentro de esta categoría las zonas verdes que tengan una función exclusivamente ecológica o de conservación de fauna y flora, ni tampoco las islas de parqueo o elementos similares contiguos a vías vehiculares.

Para estos espacios, se deberán cumplir los niveles de iluminación establecidos en el **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP**, los cuales varían de acuerdo con las condiciones lumínicas del entorno y el efecto visual o arquitectónico que se desee resaltar. En el caso de iluminación arquitectónica o decorativa, se debe procurar generar un efecto de protagonismo sin que la fuente lumínica se vea opacada por la luz ambiental circundante.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

A continuación, se presentan los criterios y requisitos mínimos de iluminación aplicables para cada uno de estos espacios, los cuales pueden clasificarse bajo clases de iluminación tipo **P**, o establecerse en función del nivel de importancia y uso del área:

Tabla N° 10.

Clase de iluminación	Rango Iluminancia promedio Emed.(lux)	Punto mínimo Emin(lux)	Iluminancia Vertical mínima (Evmin,lux)	Iluminancia Semi cilíndrica mínima (Esc,min,lux)
P1	15,0 - 22,50	3,0	5,0	3,0
P2	10,0 - 15,0	2,0	3,0	2,0
P3	7,5 - 11,25	1,5	2,5	1,5
P4	5,0 - 7,50	1,0	1,5	1,0
P5	3,0 - 4,50	0,6	1,0	0,6
P6	2,0 - 3,00	0,4	0,6	0,4

*Tabla N°10: Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público. Adaptado de la norma CIE 115 (elaboración Propia) (*Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros*, n.d.)*

Como guía para la escogencia de los niveles de iluminación en este tipo de aplicaciones a continuación se dan ejemplos en la tabla 11, de algunas áreas que pueden ser clasificadas como clase de iluminación P

Tabla N° 11

Clase de iluminación y Tipos de aplicación

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, o zonas dentro de estos complejos, donde se autorice implementar iluminación de seguridad.

Tabla N°11: Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público (Elaboración propia) (Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros, n.d

Los parques corresponden a aquellos espacios de uso colectivo, donde en algunos casos actúan como reguladores del equilibrio ambiental cuando poseen arborización; y garantizan el espacio libre destinado a la recreación, contemplación y ocio para todos los habitantes de la ciudad. Algunas de estas áreas integran espacios para práctica de deportes, donde en ocasiones son incluidas canchas múltiples.

Para el diseño de iluminación en parques urbanos que poseen zonas verdes, el nivel de iluminación exigido en estas zonas, se debe cumplir dentro de una franja de 4 metros, la cual colinda con los senderos peatonales, ciclorrutas, zonas de juego, plazas o plazoletas. Para porciones más grandes de zona verde se debe consensuar con el cliente final la necesidad de iluminar extensiones mayores. Para el caso de diseños de iluminación en parques considerados como reservas forestales o de protección ambiental, se prohíbe la utilización de equipos con fotometrías que envíen FHS flujo luminoso sobre la horizontal, y deben ser instalados con ángulos de inclinación de 0° sobre la horizontal, se deben utilizar alturas de montaje libre al piso de hasta de 8 metros en vías de acceso y de hasta 5 metros en senderos peatonales y ciclorrutas, esto con el fin de evitar al máximo interferir con la fauna presente en el sitio. No se deben iluminar zonas verdes u otros espacios. La temperatura de color de las fuentes luminosas a instalar en estas reservas naturales debe estar entre los 3000 K y 3500 K. A continuación, se relacionan algunos espacios considerados como parte integral de parques urbanos y reservas forestales o protegidas, con sus respectivos niveles de iluminación:

Tabla N° 12

ZONA	Iluminancia promedio mínima Emed.(lux)	Uniformidad mínima (Emin/Emed)
Zonas de Juegos de Niños, ubicados en parques urbanos dentro de ciudades o municipios	50	0,40
Plazas, Plazoletas o malecones, dentro de parques urbanos de ciudades o municipios	30	0,30
Senderos peatonales en parques urbanos dentro de ciudades o municipios.	10	0,20
Zona de bancas o sillas dentro de parques urbanos de ciudades o municipios	10	0,20
Zonas verdes en parques urbanos de ciudades o municipios (ver condiciones en el presente articulo), o donde el Municipio o Distrito determine casos particulares o excepcionales, en los cuales se otorgará autorización para instalar iluminación de seguridad.2	2	0,20

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Senderos Peatonales o ciclorrutas dentro del casco urbano alejados de zonas de vías vehiculares o ubicados en humedales, en rondas de ríos, que estén estipuladas como de uso nocturno	10	0,20
Ciclorrutas ubicadas dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno	10	0,20
Senderos peatonales ubicados dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno	7,5	0,20
Ciclorrutas en parques forestales o de reserva natural que estén estipuladas como de uso nocturno	3	0,20

*Tabla N° 12: Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales (elaboración Propia) (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.)*

3.5.5 Recomendaciones para el Diseño de los Proyectos de Alumbrado Público.

Estas directrices se alinean con la Norma Técnica Colombiana y el Reglamento Técnico de Alumbrado Público (RETILAP), los cuales son fundamentales para la elaboración de un diseño lumínico óptimo. A continuación, se detallan los aspectos a considerar:

1) En el contexto de proyectos de remodelación o ampliación de sistemas de alumbrado público, es esencial realizar un levantamiento exhaustivo de la infraestructura preexistente. Este levantamiento debe abarcar todos los elementos relevantes, como postes, luminarias, canalizaciones y transformadores, con el objetivo de evaluar su estado actual y determinar las acciones necesarias. Dichas acciones pueden incluir la continuidad del equipamiento existente, su retirada parcial o total, su eventual reubicación o modificaciones, además de su integración eficiente con las nuevas instalaciones. Esta integración se realiza con el propósito de evitar la duplicidad innecesaria de infraestructura de alumbrado público, lo que a su vez contribuye a optimizar recursos y minimizar costos. Es crucial documentar detalladamente todas las acciones relacionadas con la infraestructura existente, así como cualquier cambio planificado, tanto en la documentación del proyecto como en los registros correspondientes, como actas de entrega de obra.

2) Cuando se enfrenten situaciones que requieran la modificación o restricción de los parámetros para el diseño fotométrico, como la potencia de las luminarias, los niveles de iluminancia/luminancia, las alturas de montaje de las luminarias u otras condiciones especiales del espacio público, es imperativo que el diseñador registre y documente estas decisiones en el proyecto. Este registro garantiza una comunicación clara y efectiva entre todas las partes involucradas en el proceso de diseño y ejecución del proyecto, además de proporcionar una referencia crucial para futuras revisiones o modificaciones.

3) El diseño fotométrico debe concebirse de manera integrada con otros aspectos del proyecto, como el diseño del espacio público, el urbanismo y el paisajismo. Si bien la calidad y cantidad de la iluminación son aspectos prioritarios, es igualmente importante mantener la coherencia y armonía estética con el entorno circundante. Esta integración garantiza que el diseño lumínico no solo cumpla con los requisitos técnicos y funcionales, sino que también contribuya a mejorar la calidad visual y la experiencia estética del espacio público para sus usuarios.

4) Para garantizar una gestión eficiente de las intersecciones y transiciones en los cambios de perfil de las vías, es necesario desarrollar los proyectos fotométricos en su totalidad, en lugar de presentarlos en

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

tramos o perfiles típicos. Esto implica realizar cálculos fotométricos específicos para cada tipo de perfil de vía y áreas críticas, lo que permite reflejar de manera precisa las cantidades de obra del proyecto y optimizar su ejecución. Cualquier modificación posterior al proyecto debe ser debidamente registrada y documentada, incluyendo la versión y fecha de actualización correspondientes.

5) Como resultado del diseño fotométrico, se deben especificar detalladamente diversos aspectos técnicos tanto en las memorias de cálculo como en los planos de diseño correspondientes. Estos aspectos incluyen la altura de montaje de las luminarias, el perfil de la vía (ancho de andenes, calzadas, ciclo rutas, etc.), interdistancias entre luminarias, inclinación, posición de la bombilla y avance de la luminaria. Este nivel de detalle garantiza una ejecución precisa y coherente del diseño lumínico, así como una correcta interpretación por parte de los ejecutores del proyecto.

6) Es esencial proporcionar claridad respecto al ángulo de inclinación del conjunto brazo-luminaria (conjunto óptico) y su avance total, así como especificar la luminaria utilizada y adjuntar la matriz de intensidades certificada correspondiente. Estos detalles deben ser incluidos tanto en los planos eléctricos como en otros documentos relevantes del proyecto. Esta información detallada facilita la correcta implementación del diseño lumínico durante las etapas de construcción, inspección e intervención, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad.

7) En cuanto a la iluminación de zonas peatonales, se recomienda utilizar preferentemente las mismas luminarias que se emplean para iluminar las calzadas vehiculares. Esto contribuye a mantener una continuidad visual y una experiencia cohesiva para los usuarios del espacio público. Sin embargo, en casos donde los niveles calculados de iluminación no sean suficientes, se puede considerar la aplicación de sistemas de doble propósito o doble luminaria. No obstante, esta decisión debe estar respaldada por cálculos fotométricos o mediciones de campo que demuestren la necesidad y viabilidad técnica de dicha configuración. Además, se debe evitar proyectar luminarias hacia los andenes en sistemas dobles cuando estos sean estrechos o presenten interferencias con elementos como edificaciones o árboles.

8) En vías con separadores anchos, se debe dar prioridad al diseño con disposición central doble, siempre y cuando se cumplan los requisitos de cantidad y calidad de iluminación en todas las áreas, incluyendo áreas peatonales, ciclo rutas y andenes. Es importante garantizar el cumplimiento de las distancias de seguridad entre postes y el sardinel, con un mínimo de 0,6 metros, para evitar riesgos y asegurar la adecuada iluminación del espacio público.

9) En los casos de separadores que requieran iluminación, se deben utilizar postes con doble luminaria, a menos que el ancho del separador sea considerablemente amplio o existan otros factores justificados que requieran una disposición diferente. Esta decisión debe basarse en consideraciones técnicas y de seguridad, con el objetivo de garantizar una iluminación adecuada y uniforme en todas las áreas del espacio público.

10) Al planificar la arborización o la convivencia con árboles, es fundamental considerar las distancias mínimas entre los postes de alumbrado público y los árboles proyectados o existentes. Estas distancias deben determinarse en función del tamaño y la proyección del follaje de los árboles, con el fin de prevenir interferencias futuras con la distribución del flujo luminoso. Esta precaución garantiza la eficacia y durabilidad del sistema de alumbrado público a lo largo del tiempo, minimizando la necesidad de intervenciones correctivas o preventivas.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

11) Dado que la prestación del servicio de alumbrado público es responsabilidad de los municipios o distritos, la gestión de solicitudes y evaluación de propuestas para la realización de proyectos de ampliación o remodelación debe regirse por las disposiciones del Estatuto General de la Contratación Pública. Esto implica que las propuestas técnicas deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Alumbrado Público y otras normativas pertinentes.

12) Para facilitar la comparación entre diferentes propuestas y garantizar la eficiencia y sostenibilidad del proyecto a largo plazo, es necesario realizar una evaluación técnica y económica detallada. Esta evaluación debe tener en cuenta diversos aspectos, como los costos iniciales de materiales, equipos y mano de obra, así como los costos anuales de operación y mantenimiento, incluyendo el consumo de energía eléctrica. Además, se debe considerar el valor de salvamento de la infraestructura en el horizonte de análisis, así como otros factores relevantes para una toma de decisiones informada y responsable.

13) Para respaldar el valor ofertado de las luminarias y garantizar la transparencia en el proceso de evaluación, es necesario que el precio ofrecido por los fabricantes o comercializadores esté respaldado por un compromiso de suministro. Esto garantiza la disponibilidad y calidad de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto, así como la coherencia entre la oferta presentada y los costos reales asociados.

14) Los diseñadores y productores de luminarias o sistemas de iluminación deben proporcionar información detallada sobre sus propuestas, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Alumbrado Público. Esta información incluye detalles técnicos y económicos relevantes para la evaluación del proyecto, como características de diseño, rendimiento lumínico, eficiencia energética y costos asociados. Esta información es crucial para realizar una comparación objetiva y fundamentada entre las diferentes alternativas y seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades y requisitos específicos del proyecto.

3.5.6 Recomendaciones para el uso de Software para el Diseño Fotométrico de proyecto de Alumbrado Público.

El uso de software especializado en iluminación es una herramienta invaluable en el diseño fotométrico. Sin embargo, para garantizar la calidad y precisión de los resultados, es necesario que cumpla con ciertos requisitos, los cuales son (*Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP*, n.d.):

1) Debe contar con un reporte de validación de pruebas de sus resultados emitido por un organismo o laboratorio de iluminación acreditado, tanto a nivel nacional como internacional. Esta validación es crucial para asegurar la confiabilidad de los datos generados por el software.

2) El software debe ser operado por un profesional competente, quien se encargará de alimentar los datos necesarios y de interpretar los resultados obtenidos. Este profesional debe suscribir y firmar los resultados, asumiendo plena responsabilidad por su precisión y exactitud. Es importante destacar que, además de los resultados generados por el programa, se requiere la interpretación experta de un diseñador de iluminación para su correcta aplicación.

3) Es fundamental que el software proporcione resultados numéricos para parámetros clave, como la luminancia media, la uniformidad, la iluminancia mínima y media, el factor de mantenimiento y la uniformidad longitudinal. Además, se debe verificar si el software incluye un módulo gráfico y de simulación que permita visualizar las condiciones de iluminación tanto durante el día como durante la noche, lo que facilita la comprensión y evaluación del diseño propuesto.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

4) El diseñador debe verificar que el software permita la identificación y medición de las mallas de cálculo, así como las posiciones del observador. Esto es esencial para garantizar la precisión y coherencia del diseño, ya que permite realizar ajustes y correcciones necesarias en función de las condiciones específicas del entorno y las necesidades del proyecto.

3.5.7 Tipo de Posteria y Red Eléctrica utilizados en el municipio de SAN RAFAEL para la prestación del servicio del Alumbrado Público.

Para el proyecto de modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de SAN RAFAEL, se contempla el aprovechamiento de la infraestructura existente, tanto de la red de distribución destinada al servicio domiciliario de energía eléctrica como de los postes exclusivos de alumbrado público ubicados en zonas específicas del municipio, como los parques. Esta estrategia tiene como objetivo optimizar los recursos disponibles y reducir tanto los costos de implementación como el impacto ambiental asociado con la instalación de nuevas estructuras.

En una primera etapa, se utilizará la portería y redes eléctricas actualmente empleadas para el suministro de energía residencial, a fin de sustituir las luminarias de sodio por luminarias con tecnología LED más eficientes y sostenibles. Dicha infraestructura está compuesta principalmente por:

- **Postes de concreto**, en su mayoría de 8 metros de altura y 510 kg de peso.
- **Postes de fibra**, con alturas entre los 8 y 12 metros.

En el municipio, todas las luminarias de sodio actualmente en funcionamiento se encuentran instaladas sobre esta postura utilizada por el operador de red. Estos postes están bien distribuidos a lo largo de las vías urbanas, lo que facilitará la modernización mediante el reemplazo directo de las luminarias existentes. En zonas de libre circulación, como el parque principal, el parque y gimnasio al aire libre del Coliseo Centenario, y la entrada hacia el centro deportivo o cancha principal, se contempla la instalación de expansiones mediante unidades constructivas nuevas, integradas por poste y luminaria. Este mismo esquema se aplicará en corredores estratégicos como:

- La vía de acceso al municipio desde la Troncal,
- La entrada principal del corregimiento La Susana,
- La vía troncal del corregimiento La Floresta,
- la zona comercial del corregimiento Puerto Nus.

Estas acciones contribuirán a mejorar significativamente la calidad, cobertura y eficiencia del servicio de alumbrado público en zonas urbanas y rurales de alta circulación y valor comunitario.

Para garantizar la viabilidad técnica del proyecto, se realizó una visita de campo a los puntos anteriormente mencionados. Durante esta inspección, se verificó la existencia de estructuras exclusivas para alumbrado público dentro del casco urbano y rural, se evaluaron las condiciones físicas de la infraestructura existente, así como los requerimientos técnicos necesarios para la instalación de las nuevas luminarias LED:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

3.5.8 Tipo de Posteria y Red Eléctrica utilizados en el municipio de SAN RAFAELpara la prestación del servicio del Alumbrado Público.

Para este proyecto específico de modernización del sistema de alumbrado público, se aprovechará la infraestructura existente de portería y redes, destinadas principalmente al servicio domiciliario de energía eléctrica, así como los postes exclusivos de alumbrado público presentes en los parques del municipio de SAN RAFAEL. Este enfoque busca optimizar los recursos disponibles y minimizar el impacto ambiental y económico asociado con la instalación de nuevas estructuras. En primera instancia, se hará uso de la postería y redes destinadas al servicio domiciliario de energía eléctrica para realizar la modernización de las luminarias de sodio existentes. Estas infraestructuras, compuestas mayoritariamente por postes de concreto de 8 metros de altura y 510 kg de peso, así como postes de fibra de entre 8 y 12 metros, brindan una base sólida para la instalación de luminarias más eficientes y sostenibles. Además, se cuenta con postes metálicos de 6 y 8 metros de altura, con diversos diseños y espesores, que también se emplearán en el proyecto, principalmente en áreas específicas como los parques.

En lo que respecta a la infraestructura de alumbrado público del municipio de SAN RAFAEL, todas las unidades constructivas correspondientes a luminarias de sodio se encuentran instaladas en los postes utilizados por el operador de red. Estos se hallan bien distribuidos a lo largo de las vías del municipio y resultarán útiles al momento de reemplazar las luminarias de sodio por tecnología LED. De este modo, en las áreas de libre circulación como el Parque Mi Rio, el Parque Principal, el Parque Lineal y el Parque La Madre, se podrán instalar expansiones descritas como unidades constructivas que integren postes y luminarias, así mismo para las vías de acceso principal, como la que comunicas el municipio hacia el centro poblado arenales, la ventana y el bizcocho. Esto contribuirá significativamente a mejorar la eficiencia energética y la calidad del alumbrado en dichas zonas.

Para garantizar la viabilidad técnica y operativa del proyecto, se realizó una visita técnica a los puntos mencionados, donde se verificó la existencia de estructuras exclusivas para el alumbrado público dentro del casco urbano del municipio de SAN RAFAEL. Esta inspección permitió identificar las condiciones y características de las infraestructuras existentes, así como evaluar los requerimientos específicos para la instalación de las nuevas luminarias LED, que se detallan a continuación:

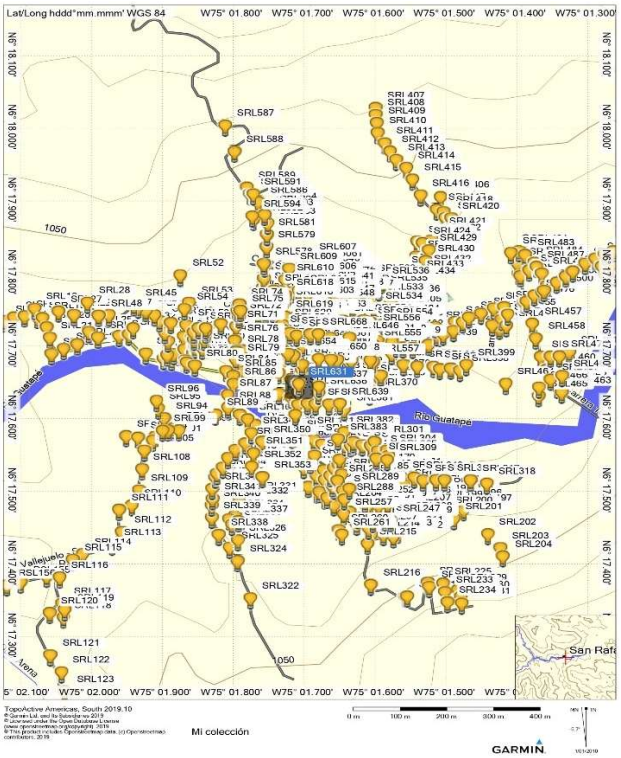
<u>Casco Urbano y Rural del municipio</u>

El sistema de alumbrado público actualmente instalado en las vías del casco urbano y rural del municipio está compuesto, en su mayoría, por luminarias de tecnología de sodio en potencias de 70 W y 150 W. Estas luminarias se encuentran en estado de obsolescencia técnica y operativa, presentando deficiencias tanto en rendimiento como en eficiencia energética. La imposibilidad de adquirir repuestos para estas luminarias agrava la situación, debido a que la Resolución 40150 de 2024, expedida por ministerio de minas y energía, establece lineamientos específicos que prohíben el uso y la comercialización de tecnologías de sodio y sus componentes, promoviendo la transición hacia tecnologías más eficientes y sostenibles, como la iluminación LED. Adicionalmente, durante las inspecciones se identificaron luminarias LED instaladas recientemente que no cumplen con las características técnicas mínimas requeridas para su uso en sistemas de alumbrado público, lo que repercute negativamente en el flujo luminoso y la uniformidad del sistema. También se evidenció la existencia de luminarias en funcionamiento continuo las 24 horas del día, lo que indica fallas en los sistemas de control y ausencia de mantenimiento preventivo y correctivo. Este diagnóstico resalta la necesidad urgente de adelantar un proceso de modernización integral del sistema de alumbrado público del municipio, migrando hacia tecnología LED con especificaciones técnicas

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

apropiadas, que garanticen eficiencia energética, sostenibilidad, reducción de costos operativos y cumplimiento normativo.

















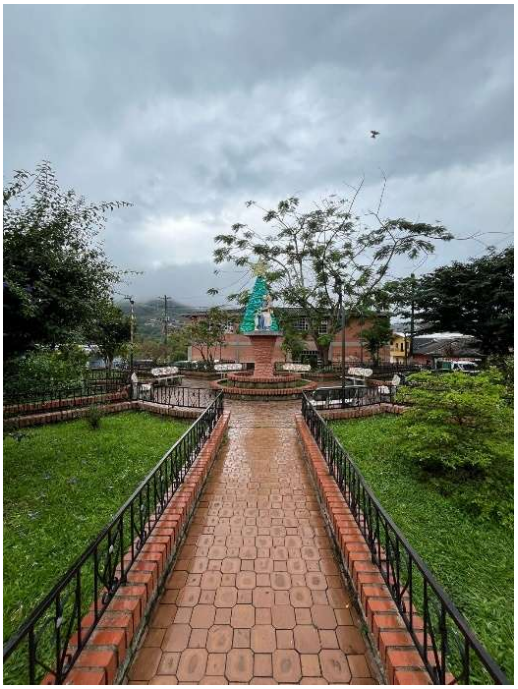
Parque la Madre

Durante la inspección realizada al sistema de alumbrado público del Parque La Madre, se identificaron múltiples deficiencias que afectan negativamente la funcionalidad, seguridad y estética del espacio. Actualmente, el parque cuenta con reflectores instalados en el centro del área, montados sobre postes metálicos de pequeña altura que presentan un avanzado estado de corrosión. Estos reflectores se encuentran fuera de funcionamiento y no cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Durante la inspección se identificaron al menos dos luminarias completamente inoperativas. Estas fallas han generado zonas oscuras en el parque, lo que representa un riesgo para la seguridad de los ciudadanos y limita el uso adecuado del espacio público en horas nocturnas. Adicionalmente, se evidenció que el monumento a la madre, ubicado dentro del parque, carece completamente de iluminación, lo que reduce su visibilidad, valor simbólico y aporte estético al entorno nocturno del parque. Frente a esta situación, se recomienda la modernización integral del sistema de iluminación del Parque La Madre, mediante el retiro de la infraestructura existente en mal estado y la instalación de nuevos postes y luminarias tipo decorativas, que garanticen una iluminación uniforme, eficiente y sostenible.





ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL





Parque Mi Rio

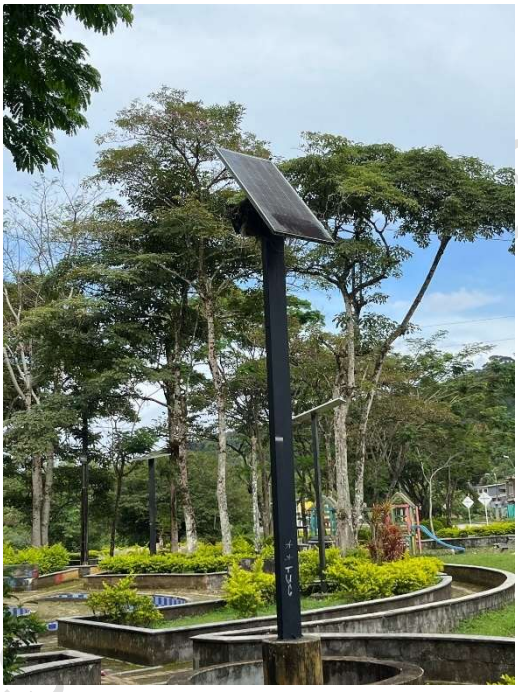
Tras la inspección realizada en el parque "Mi Río", se identificaron múltiples postes de iluminación en estado de obsolescencia. El sistema actual, basado en iluminación solar mediante paneles solares y reflectores de aproximadamente 50W, se encuentra completamente fuera de servicio. Esta situación ha generado zonas con baja visibilidad, lo que representa un foco de oscuridad e inseguridad para los habitantes del municipio y, en especial, para los residentes del sector aledaño. Cabe resaltar que ya existen antecedentes de hurtos y conflictos ocurridos en este espacio público, agravados por la falta de iluminación adecuada. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo una **modernización integral del sistema de iluminación del parque**, que contemple los siguientes aspectos:

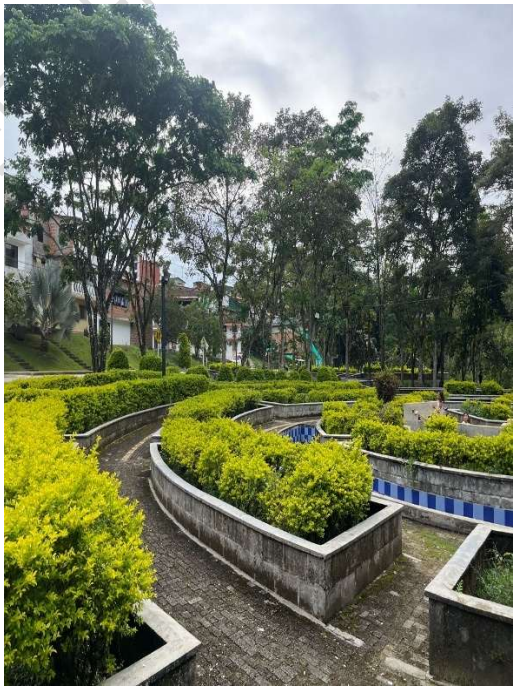
Se propone reemplazar el sistema de iluminación solar actualmente en desuso por una solución más moderna, eficiente y confiable, conectada a la red eléctrica. Asimismo, se plantea el diseño e instalación de nuevas luminarias decorativas que no solo ofrezcan un mejor desempeño funcional, sino que también armonicen con la estética del parque. Se contempla, además, una redistribución estratégica de estos elementos para asegurar una cobertura uniforme de luz, eliminando puntos oscuros con nueva infraestructura eléctrica, incluyendo registros de inspección y cableado, todo bajo estándares actualizados, para facilitar los mantenimientos correctivos y preventivos que hoy en día carece el parque.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA

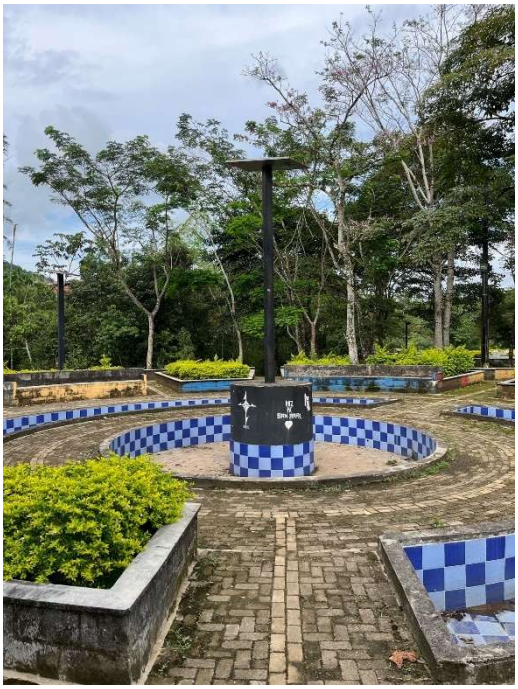








EES





Parque Principal del Municipio

Tras la inspección realizada en el parque principal del municipio, se constató que este espacio no cuenta con un sistema de iluminación adecuado. Actualmente, dispone únicamente de algunos reflectores instalados de manera improvisada en estructuras no idóneas, tales como árboles, fachadas y otras edificaciones ubicadas en los alrededores, como se evidencia en las siguientes imagenes. Esta solución provisional, además de no cumplir con los estándares técnicos requeridos, presenta múltiples averías y deficiencias en cobertura, lo que compromete la seguridad y funcionalidad del parque durante las horas nocturnas.

En respuesta a esta situación, se propone la expansión y modernización del sistema de iluminación del parque principal, mediante las siguientes acciones:

- Instalación de un sistema eléctrico nuevo, con canalizaciones, cableado y elementos de protección conforme a la normativa vigente.
- Implementación de postes metálicos especialmente diseñados para parques, que permitan una distribución óptima de las luminarias.
- Colocación de luminarias decorativas LED, que no solo mejoren la visibilidad y seguridad, sino que también aporten un valor estético al entorno.
- Diseño orientado a crear un espacio público más acogedor, iluminado de manera eficiente y continua, que incentive el uso del parque en horas de la noche.
- Promoción de la vida nocturna y el turismo local, generando condiciones favorables para el desarrollo de actividades culturales, recreativas y comunitarias.

Esta intervención busca transformar el parque principal en un lugar seguro, atractivo y funcional, reforzando su rol como espacio de encuentro para los habitantes y visitantes del municipio.

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL


YO
SAN RAFAEL


DROGUERIA


HOTEL







Parque Lineal

Durante la inspección técnica realizada, se evidenció que el parque lineal, ubicado a la entrada del municipio y adyacente al río, carece de un sistema de iluminación pública adecuado. Actualmente, este espacio cuenta únicamente con algunos reflectores instalados de manera provisional, los cuales no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para alumbrado público. Esta deficiencia impide garantizar un flujo luminoso adecuado y uniforme, afectando directamente la seguridad y el aprovechamiento del espacio durante las horas nocturnas. Ante esta situación, se propone ejecutar un proyecto de modernización y expansión del sistema de iluminación, que contemple:

- Instalación de nueva infraestructura eléctrica, cumpliendo con los estándares normativos de seguridad y eficiencia.
- Colocación de postes metálicos diseñados para espacios públicos, que permitan soportar luminarias con la altura y distribución adecuada.
- Implementación de luminarias decorativas tipo LED, que además de mejorar la iluminación, embellezcan el entorno y aporten a la identidad del parque.
- Mitigación de zonas oscuras que actualmente representan un foco de inseguridad para peatones y usuarios del parque.
- Fomento de la actividad nocturna y el turismo local, incentivando la apropiación del espacio por parte de la comunidad, tanto habitantes como visitantes del municipio.

La ejecución de estas acciones permitirá transformar este parque lineal en un espacio seguro, funcional y atractivo, reforzando su rol como corredor ambiental, turístico y social.

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL









EE REFEREN ELL





Parque Infantil Frente al Parque Lineal

Durante la inspección técnica realizada, se identificó que el parque infantil, ubicado frente al parque lineal de San Rafael, carece completamente de un sistema de iluminación pública. Actualmente, este espacio se encuentra sin cobertura lumínica, lo que genera condiciones de inseguridad y limita el uso del área durante las horas nocturnas. Dado que se trata de un entorno destinado al esparcimiento de niños y familias, la ausencia de iluminación adecuada incrementa el riesgo de accidentes y reduce la apropiación comunitaria de este espacio recreativo.

Ante esta situación, se propone una **expansión del sistema de alumbrado público en el parque infantil**, contemplando:

- **Instalación de nueva infraestructura eléctrica**, cumpliendo con la normativa vigente de seguridad y eficiencia.
- **Colocación de postes metálicos de baja altura**, adecuados para espacios recreativos infantiles, que garanticen iluminación uniforme y eviten deslumbramientos.
- **Implementación de luminarias LED de alta eficiencia y bajo consumo**, con ópticas diseñadas para áreas peatonales y de recreación, en cumplimiento con los lineamientos del **RETILAP**.
- **Eliminación de zonas oscuras**, mejorando la percepción de seguridad y favoreciendo el uso nocturno responsable del parque.
- **Creación de un entorno atractivo y seguro**, que fomente la recreación infantil y el encuentro comunitario en condiciones de bienestar y protección.

La ejecución de estas acciones permitirá transformar el parque infantil en un espacio seguro, iluminado y funcional, garantizando la protección de los niños y el disfrute pleno por parte de las familias de San Rafael y sus visitantes.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL





Entrada principal del municipio

Durante la inspección técnica realizada, se evidenció que la entrada principal del municipio de San Rafael, considerada como la carta de presentación del territorio, no cuenta con un sistema de iluminación pública acorde a su importancia urbana y turística. Actualmente, la zona presenta luminarias dispersas y de baja eficiencia, que no garantizan uniformidad en el flujo luminoso ni resaltan los elementos arquitectónicos y paisajísticos del acceso vial. Esta condición genera percepción de inseguridad en horas nocturnas y limita el potencial de este espacio como un punto de referencia para propios y visitantes. Ante esta situación, se proyecta una **expansión del sistema de iluminación en un tramo de 1,5 kilómetros**, mediante la instalación de luminarias de alta eficiencia que cumplan con todos los requisitos establecidos en el **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)**. El proyecto contempla:

- **Construcción de nueva infraestructura eléctrica**, garantizando seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- **Instalación de postes metálicos ornamentales y funcionales**, diseñados para soportar luminarias con altura y distribución adecuada.
- **Implementación de luminarias LED de última generación**, con ópticas que aseguren uniformidad en la iluminación y ahorro energético.
- **Mitigación de zonas oscuras en la vía de acceso**, mejorando la seguridad de peatones, ciclistas y conductores.
- **Resaltado paisajístico del corredor de entrada**, integrando la iluminación como elemento urbano de bienvenida y atractivo visual.
- **Aporte al turismo y la identidad local**, fortaleciendo la imagen del municipio como un destino seguro, acogedor y competitivo.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA

La ejecución de estas acciones permitirá consolidar la entrada principal de San Rafael como un espacio moderno, seguro y estéticamente atractivo, generando condiciones favorables para la movilidad, la seguridad y el desarrollo turístico.





Gimnasio Aire libre Cancha Municipal

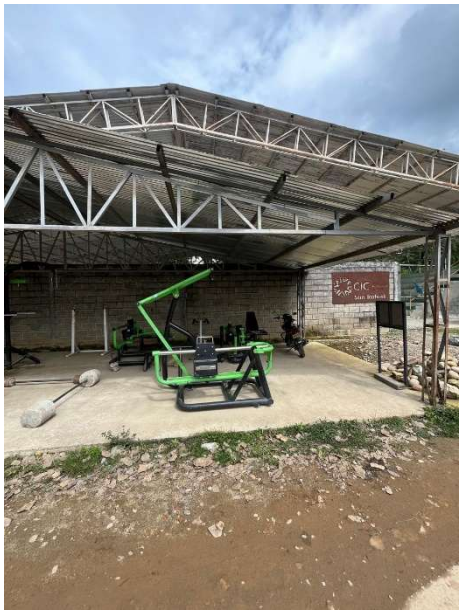
Durante la inspección técnica se evidenció que el gimnasio al aire libre y la cancha municipal, principales escenarios de encuentro deportivo y recreativo en San Rafael, no cuentan con un sistema de iluminación adecuado. Actualmente, la zona presenta iluminación insuficiente, lo que impide el uso seguro del espacio en horas de la noche y limita la práctica deportiva de niños, jóvenes y adultos que buscan ejercitarse después de la jornada diaria.

Ante esta situación, se plantea una expansión del servicio de alumbrado público en el centro deportivo y gimnasio al aire libre, con el fin de fortalecer su rol como espacio de bienestar y recreación comunitaria. El proyecto contempla:

- Instalación de proyectores LED eficientes, diseñados para canchas y zonas deportivas, garantizando buena visibilidad en toda el área.
- Iluminación uniforme y segura, que permita la práctica de fútbol, baloncesto y otras disciplinas sin riesgo de accidentes.
- Espacios bien iluminados para el gimnasio al aire libre, favoreciendo la actividad física, la vida saludable y la integración social.
- Ampliación de los horarios de uso, permitiendo que la comunidad disfrute del deporte y el ejercicio en condiciones seguras durante la noche.
- Impulso a la recreación, el deporte y la cultura ciudadana, promoviendo hábitos saludables y el aprovechamiento positivo del tiempo libre.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

La modernización de este espacio deportivo permitirá que la cancha municipal y el gimnasio al aire libre se consoliden como un punto de encuentro seguro, activo y lleno de vida, en beneficio de toda la comunidad de San Rafael.





3.5.9 Diseños de iluminación con Uso Racional de energía de alumbrado público:

Para la realización del diseño de iluminación de alumbrado público se deben tener presente lo dispuesto en la ***Ley 697 del 2001*** *sobre el Uso Racional y Eficiente de la Energía también denominada Ley URE*; en este mismo orden, el RETILAP exige esta aplicación normativa bajo el concepto de Densidad de la Potencia Eléctrica (DPEA), lo que implica, que para el diseño lumínico de diferentes vías se deberán utilizar luminarias con una alta eficiencia.

En el RETILAP, se ilustra la forma de calcula la DPEA, para lo cual, se debe conocer el valor de la carga total conectada para alumbrado y el área total por iluminar así:

$$\text{DPEA} = \frac{Carga\ total\ conectada\ para\ alumbrado\ público}{Area\ total\ iluminada}$$

Ecuación 1. Densidad de la Potencia Eléctrica (DPEA)

Donde, la DPEA está expresada en $^{W}/_{m^2}$.
W= Vatios
m^2= metros cuadrados

Con esto, se deja establecido que para la realización de las obras de Modernización se deben cumplir los parámetros de iluminación y eficiencia para mejorar el servicio de alumbrado público que actualmente se presta en el municipio optimizándolo con nuevas tecnologías que permitan el cumplimiento de ***la Ley 697 del 2001***.

Tabla N° 13

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Nivel mantenido de iluminancia promedio	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m²) según ancho de la calzada (m)				
lux (lx)	< 6	6 a 8	8.1 a 10	10.1 a 12	12,1 a 14
3	0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,37	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13	1,01	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15	1,12	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,17	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18	1,33	1,26	1,20	1,10	1,04
19	1,40	1,33	1,26	1,17	1,10
20	1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21	1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22	1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23	1,69	1,60	1,53	1,41	1,33
24	1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25	1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26	1,90	1,80	1,73	1,60	1,51

Tabla 13. Valores máximos DPEA para alumbrado público de vías vehiculares.

3.5.9 Poda de árboles para la adecuada iluminación de las vías

En muchos de los casos la escasa iluminación de las vías se debe a que esta es interrumpida por las hojas de los árboles que están adyacentes al poste donde está instalada la luminaria; para estos casos, se requiere verificar el tipo de árbol y gestionar los permisos necesarios (cuando se requiera) para poder hacer la respectiva Poda del árbol, consistente en cortar las ramas que estén muy pronunciadas las cuales impiden que la luz que emite la Luminaria llegue de la mejor manera al suelo iluminándolo y de esa forma pueda cumplir su fin. Para el caso del Municipio de SAN RAFAEL, esta actividad de Poda es mínima dado que las luminarias están en su gran mayoría alejadas de las ramas de los árboles.

3.5.10 Diseños Fotométricos según el tipo de Vías

Para la realización de diseños lumínicos de alumbrado público, se debe tener en cuenta el tipo de vía con el fin de establecer los parámetros que se requieren para una adecuada iluminación; para esto se tiene que realizar el levantamiento respectivo de la infraestructura que se requiere iluminar con sus respectivos elementos que la componen teniendo en cuenta junto con los diferentes puntos luminosos existentes que la componen. Para poder calcular el diseño fotométrico nos basamos en la siguiente tabla 540.3 del RETILAP:

Tabla N° 14

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

VÍAS	MEDICIONES
Rectas	Iluminancias E_{prom} U_o, ó, Luminancias L_{prom}, U_o, U_L cuando los tramos ininterrumpidos son mayores o iguales a 100 m
Aceras en vías rectas	Iluminancia
Curvas con radios menores a 200 m	Iluminancia y relación SR
Curvas con radios mayores a 200 m	Iluminancia
Aceras en vías	Iluminancia
Intersecciones	Iluminancia
Cruces peatonales	Iluminancia
Pendientes mayores al 6%	Iluminancia
Pendientes menores al 6%	Iluminancias E_{prom}, U_o ó Luminancias L_{prom}, U_o, U_L cuando los tramos ininterrumpidos son mayores o iguales a 100 m
Aceras en pendientes	Iluminancia
Rampas	Iluminancia
Plazas-óvalos	Iluminancia

Tabla 14. Mediciones Fotométricas según los tipos de las vías

Según los datos de la Tabla N° 6, en el municipio de SAN RAFAEL existen vías tipo M5, M4 y M3, por lo que según el RETILAP se aplicará los datos ahí descritos para el tipo de vía.

A continuación, se hace una breve explicación acerca del método escogido.

La iluminancia se mide en Luxes con un instrumento llamado luxómetro, el cual tiene tres características importantes como:

a) Sensibilidad
b) Corrección de Color.
c) Corrección de Coseno.

a) La sensibilidad: se refiere al rango de iluminancia que cubre, dependiendo si será usado para medir luz natural o iluminación nocturna. El luxómetro debe tener certificado de calibración vigente y con algunas especificaciones técnicas como: respuestas espectrales ≤ al 4% de la curva CIE Standard, error coseno ≤ al 3% a 30º, pantalla de 3.5 dígitos, precisión de +/-5% de lectura +/- un digito y rango de lectura de 0.1 y 19.990 luxes.

b) La corrección de color es un proceso utilizado en la iluminación y otras disciplinas, cuya intención es alterar el color general de la luz y se mide en una escala conocida como temperatura del color, el luxómetro posee filtro de corrección de color que cumple con el exigido por la C.I.E. (Comisión Internacional de Iluminación)

c) La corrección Coseno significa que la respuesta del medidor de iluminancia a la luz que incide sobre él desde direcciones diferentes a la normal sigue la ley de coseno.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA

3.5.11 Cálculos de iluminancia Promedio de una vía:

De acuerdo con el método de los 9 puntos, que se usa para calcular la iluminancia promedio sobre la vía en una instalación de alumbrado público, es necesario ubicar cada uno de estos puntos de cálculo sobre la porción típica de la vía considerada, definiendo un rectángulo con las siguientes dimensiones:

1) Largo (S/2)

2) Ancho (W)

De este modo, tal rectángulo se divide en cuatro, dos partes longitudinales y dos partes transversales, de modo que los puntos a considerar son cada uno de los vértices de los nuevos rectángulos generados. Así, se obtienen los 9 puntos considerados en el método (Véase la Fig. N°2).

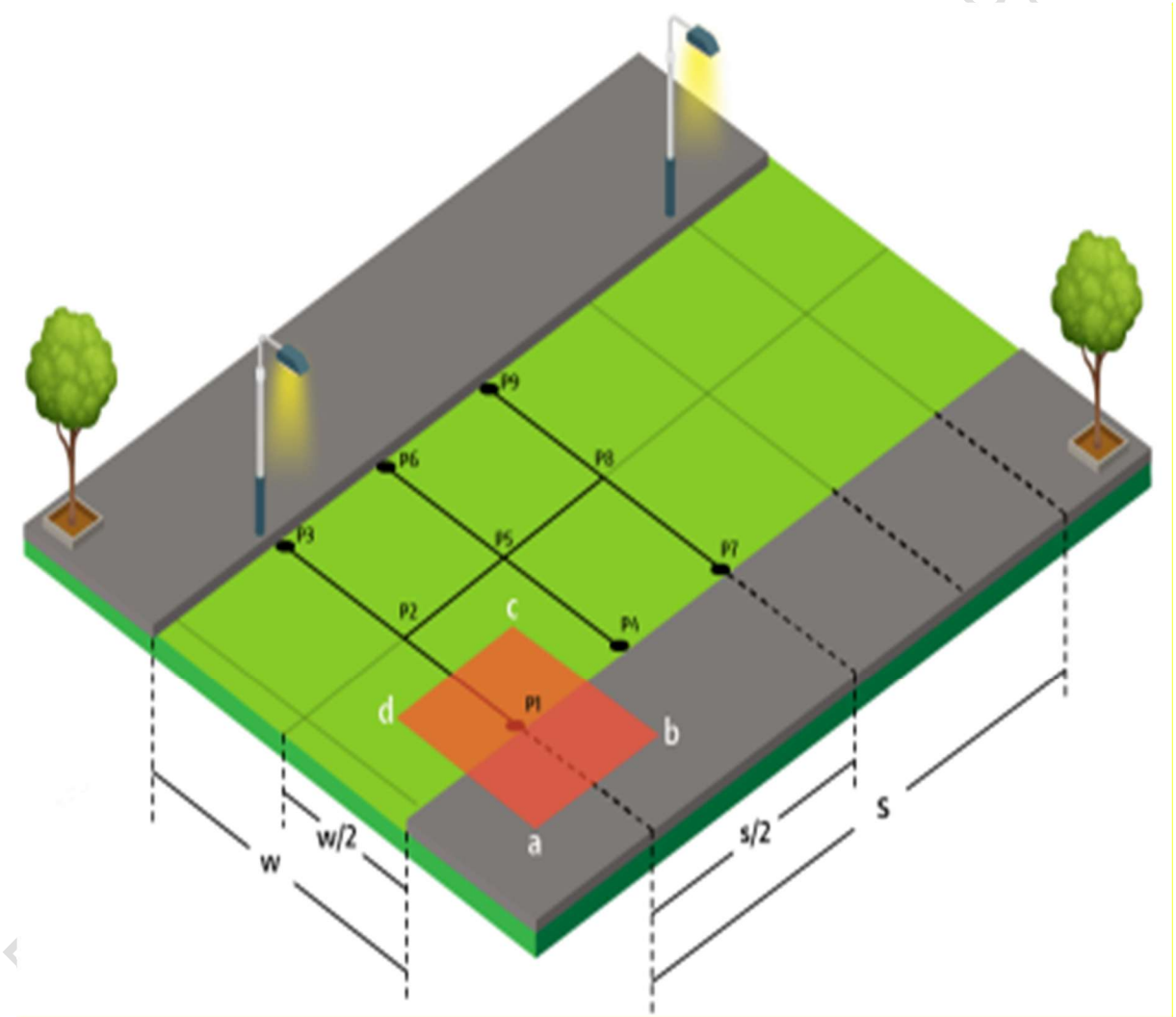


Figura N°12: Método de los nueve puntos.

Se considera la iluminancia en cada punto de medida como la que corresponde a un rectángulo de dimensiones (W/2) * (S/4). La iluminancia promedio sobre la vía se calcula teniendo en cuenta la contribución de iluminancia de cada punto a la porción típica de vía. Así, los puntos extremos tienen una contribución de 0,25; los puntos

intermedios de 0,5 y el punto central de 1.0. Por lo tanto, la iluminancia E1 leída en el punto P1 corresponde al área delimitada por a, b, c, d, pero tan sólo la cuarta parte de esa área corresponde a un área sobre la vía considerada (área sombreada). Igual sucede con la iluminación de los puntos P3, P7 y P9. Por tanto, la contribución de esos puntos debe ser ponderada al 25 %. Por idéntico razonamiento, los puntos P2, P4, P6 y P8 representan la iluminación de áreas que tan solo tienen el 50 % sobre la vía, el punto P5, a diferencia de los demás, representa un área totalmente contenida en la vía por lo que su contribución al promedio es completa. A partir de la lectura de la iluminación en los 9 puntos, la iluminación promedio sobre la vía se calcula con la siguiente fórmula:

$$E_{prom} = \frac{1}{16}[(E_1 + E_3 + E_7 + E_9) + 2 * (E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + 4 * E_5$$

Ecuación 2. Formula Iluminación promedio 9 puntos

Siendo E1, E2… E9 las iluminancias en los puntos P1, P2… P9 respectivamente. La Figura N°13. ayuda a ubicar los nueve puntos, para diferentes sistemas de alumbrado, de acuerdo con la distribución de los postes y la forma de la vía.

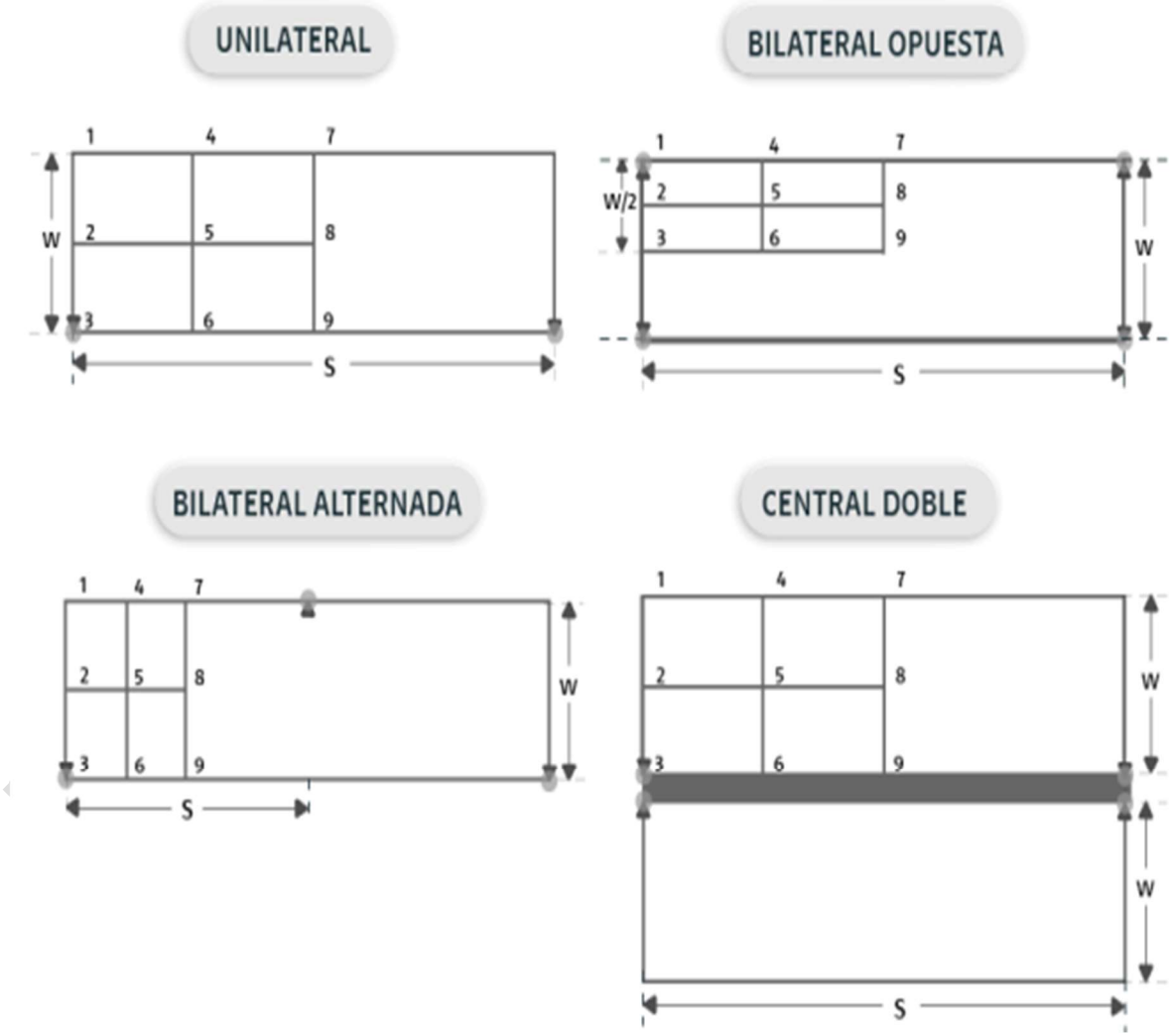


Figura N°13 Ubicación de los nueve puntos según disposición de las luminarias

CAPITULO 4
LA PRESTACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

4.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO EN SAN RAFAEL

En el municipio de SAN RAFAEL, el servicio de energía eléctrica utilizado para el alumbrado público ha sido históricamente suministrado por Empresas Públicas de Medellín (EPM). Esta empresa, reconocida por su solidez y trayectoria, ha desempeñado un papel clave en la provisión de energía tanto a nivel local como regional.

EPM se destaca por ser una compañía de origen antioqueño con una red de cobertura que abarca 123 municipios del departamento. Entre sus principales fortalezas se encuentran la estabilidad de precios, la eficiencia operativa y una infraestructura energética robusta respaldada por la propiedad de varias centrales hidroeléctricas, muchas de las cuales están ubicadas en el mismo territorio antioqueño. Esto le permite ofrecer un servicio confiable y con altos estándares de continuidad y calidad.

Sin embargo, es importante resaltar que el municipio cuenta con plena libertad para definir y contratar su comercializador de energía eléctrica, siempre que dicho proveedor cumpla con criterios clave como confiabilidad, eficiencia energética, calidad del servicio, continuidad en el suministro y condiciones tarifarias competitivas. Esta capacidad de elección permite al municipio explorar alternativas que se ajusten a sus necesidades actuales y proyecten un desarrollo energético más sostenible y favorable para la comunidad.

4.2 MECANISMO ACTUAL DE RECAUDO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Esta actividad se realiza actualmente a través de Empresas Públicas de Medellín (EPM), entidad que actúa como empresa comercializadora de energía eléctrica domiciliaria, en concordancia con las disposiciones legales vigentes, particularmente lo establecido en el **Artículo 352 del Estatuto Tributario**:

> **ARTÍCULO 352. RECAUDO Y FACTURACIÓN.** *El recaudo del impuesto de alumbrado público lo hará el Municipio o Distrito o el 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 a su recaudo.*

Teniendo en cuenta lo anterior, se sugiere mantener el esquema actual de recaudo del impuesto de alumbrado público a través de las facturas de consumo de energía eléctrica emitidas por EPM, con base en las siguientes consideraciones:

- **Jurisprudencia del Consejo de Estado**: En diversas sentencias, el alto tribunal ha reconocido la *conexidad entre el servicio de alumbrado público y el suministro de energía eléctrica*, lo que respalda la legalidad del mecanismo de recaudo a través de la factura de este servicio.
- **Dependencia técnica del servicio**: El alumbrado público requiere de manera esencial el suministro continuo de energía eléctrica para su funcionamiento, lo que justifica su vinculación directa a este servicio en términos de recaudo.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- **Relación entre el hecho generador y el sujeto pasivo**: Existe una clara correspondencia entre quienes consumen energía eléctrica y quienes se benefician del servicio de alumbrado público, facilitando así la identificación y cobro del impuesto.
- **Cobertura del servicio**: La cobertura de la energía eléctrica domiciliaria en el departamento de Antioquia es superior a la de otros servicios públicos, como el agua, lo que permite un mayor alcance y eficiencia en el recaudo del impuesto.

Por estas razones, se recomienda **dar continuidad al actual modelo de facturación y recaudo del impuesto de alumbrado público a través de EPM**, en su calidad de empresa comercializadora de energía eléctrica domiciliaria.

4.3 CENSO E INVENTARIO ACTUAL DE LOS PUNTOS LUMINICOS EXISTENTES

A continuación, se presenta el censo actualizado de luminarias instaladas en el sistema de alumbrado público. La **Tabla N.º 15** detalla la cantidad de puntos luminosos actualmente en funcionamiento, clasificados según su tipo, ubicación u otra categoría pertinente.

Es importante señalar que el **censo completo, junto con las coordenadas geográficas de cada punto de luz, se encuentra consignado en el *Anexo 1* de este estudio**, el cual respalda la información técnica presentada a continuación:

Tabla N° 15.

CENSO LUMINARIAS DE AP EN SAN RAFAEL(ANTIOQUIA)

TIPO DE LUMINARIAS	1000w	125w	150w	250w	400w	70w	TOTAL
LED				1	9		10
MERCURIO							
METAL HALIDE	3	24		11	14		52
SODIO			173	98	1	367	639
TOTAL	**3**	**24**	**173**	**110**	**24**	**367**	**701**

Tabla N°15. Consolidado de luminarias Instaladas

El sistema de alumbrado público en el municipio de **SAN RAFAEL(Antioquia)** consta de un total de **701 luminarias**, distribuidas en diferentes zonas del territorio. De estas:

- **639 luminarias (91,01%)** corresponden a tecnología de **sodio**, considerada tecnológicamente obsoleta por su bajo rendimiento energético y alta contaminación lumínica.
- **52 luminarias (7,42%)** utilizan tecnología **Metal Halide**, también considerada de baja eficiencia en comparación con opciones actuales.
- **10 luminarias (1,43%)** corresponden a tecnología **LED**, que es más eficiente, moderna y sostenible.

4.4 CUADRO DE CARGA DEL CENSO ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO INSTALADAS EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

La **Tabla N.º 16** proporciona una visión detallada del estado actual del sistema de alumbrado público en el municipio de **SAN RAFAEL(Antioquia)**, donde la **carga instalada alcanza los 91.500 W**, con una demanda mensual estimada de **38.114 kWh**, incluyendo pérdidas por reactancia.

Tabla N° 16
Luminarias Instaladas en el municipio

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL(ANTIOQUIA)								
INVENTARIO INICIAL DE ALUMBRADO PUBLICO CARGA ACTUAL DE ALUMBRADO PUBLICO (SIN MODERNIZACION Y SIN EXPANSIONES)								
TECNOLOGIA	POTENCIA	Pérdida en la	CANTIDAD	POTENCIA	Potencia Total	DEMANDA	DEMANDA	DEMANDA
		Reactancia	DE	INSTALADA	Incluye	Pérdidas	Sin Reactancia	Con Reactancia
	(Watt)	(Watt)	LUMINARIAS	(Watt)	Reactacia	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)
LED	40	0	9	360	360	0	130	130
	250	0	1	250	250	0	90	90
	1000	0	0	0	0	0	0	0
SODIO	70	11	367	25.690	29.727	1.453	9.248	10.702
	150	19	173	25.950	29.237	1.183	9.342	10.525
	250	29	98	24.500	27.342	1.023	8.820	9.843
	400	40	1	400	440	14	144	158
METAL HALIDE	125	12	24	3.000	3.288	104	1.080	1.184
	150	19	0	0	0	0	0	0
	250	29	11	2.750	3.069	115	990	1.105
	400	40	14	5.600	6.160	202	2.016	2.218
	1000	1000	3	3.000	6.000	1.080	1.080	2.160
CARGA TOTAL			**701**	**91.500**	**105.873**	**5.174**	**32.940**	**38.114**

Tabla N°16. Cuadro de Carga Instalada en Alumbrado Público.

Del total de **701 luminarias censadas**, se evidencia que un **91,01 % corresponde a tecnología de sodio**, la cual es considerada obsoleta debido a su baja eficiencia energética y alto impacto ambiental. Muchas de estas luminarias **superan los 10 años de antigüedad**, lo que evidencia una clara **desactualización frente a los lineamientos establecidos en la Ley 697 de 2001**, que promueve el uso racional y eficiente de la energía.
Ante esta situación, se hace evidente la **necesidad urgente de modernizar el sistema de alumbrado público**, migrando hacia tecnologías más eficientes como el **sistema LED**. Este proceso de actualización no solo permitiría **dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes**, sino que además aportaría **beneficios técnicos, económicos y ambientales significativos**, tales como:

- **Optimización del servicio** de alumbrado público, mejorando la calidad, uniformidad y cobertura de la iluminación.

- **Cumplimiento normativo**, especialmente con la **Ley 697 de 2001** y el **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)**.
- **Reducción de emisiones de CO_2**, contribuyendo activamente a la sostenibilidad ambiental.
- **Ahorros significativos en el consumo de energía**, gracias a la mayor eficiencia de las luminarias LED.
- **Menores costos de mantenimiento**, al eliminar la necesidad de componentes como balastos, condensadores y arrancadores.
- **Mejora en la calidad lumínica**, con una luz blanca que favorece la percepción visual y la seguridad ciudadana.
- **Reducción de la contaminación lumínica**, al controlar la dispersión de luz hacia el cielo nocturno.
- **Modernización tecnológica integral**, alineada con buenas prácticas en gestión energética y sostenibilidad urbana.

4.5 ANÁLISIS DE LA CARGA INSTALADA ACTUALMENTE.

El análisis de la **Tabla N.º 17** revela que la carga instalada del sistema de alumbrado público del municipio de **SAN RAFAEL** alcanza un total de **105.873 W (105,87 kW)** cuando se consideran las pérdidas por reactancia. Este valor, asociado a **701 luminarias actualmente en operación** (cuyos detalles se encuentran en el **Anexo I**), genera una demanda energética mensual aproximada de **38.114 kWh**.

Tabla N° 17.

RESUMEN	POTENCIAS Y DEMANDAS
Total Luminarias	**701**
Potencia Total (w)	91.500
Potencia Total (w) - Incluyéndose la reactancia -	105.873
Consumo mensual por pérdidas (Kw-mes)	5.174
Porcentaje de incremento que representa las pérdidas	14%
Consumo mensual total (incluidas las pérdidas) (Kw/mes)	38.114
Consumo total de semáforos (62*100*24*30/1000) (KW/MES)	0
Consumo total mensual Incluyendo Semáforos.(KW/MES)	38.114
VALOR ESTIMADO A PAGAR POR ENERGIA A $949/KWH	**36.170.452**

Tabla N°17. Cuadro consumo de energía actual y costo estimado a pagar

Uno de los aspectos más preocupantes evidenciados por estos datos es el **alto nivel de ineficiencia energética**: las **pérdidas por reactancia representan un 14 % del consumo total mensual**, lo cual equivale a **5.174 kWh adicionales** que no se traducen en iluminación efectiva.
Este desequilibrio entre el consumo energético y el rendimiento lumínico evidencia que el sistema actual opera de forma ineficiente, generando un gasto considerable por unidad de luz entregada. En otras palabras, el municipio está **asumiendo un alto costo por un servicio cuya eficiencia es baja**, especialmente por el predominio de tecnologías obsoletas como las lámparas de sodio.

El **costo mensual estimado por consumo de energía**, calculado con una tarifa promedio de **$949 por kWh**, asciende a **TREINTA Y SEIS MILLONES CIENTO SETENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS**

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

PESOS M/CTE ($36.170.452) una cifra elevada que **podría reducirse sustancialmente** con la implementación de **tecnología LED**, más eficiente y con menor demanda energética.

4.6 CUADRO DE CARGA REPOTENCIANDO EL SERVICIO CON TECNOLOGÍA LED

A continuación, se presenta la Tabla N°18, la cual consolida el inventario actual del sistema de alumbrado público del municipio de SAN RAFAEL, posterior al proceso de modernización tecnológica. Esta tabla refleja las características técnicas de las luminarias instaladas, todas basadas en tecnología LED, que han sustituido completamente a las luminarias tradicionales de sodio y halogenuros metálicos. La información detallada incluye potencia unitaria, cantidad de luminarias, potencia total instalada, así como la demanda mensual de energía en kilovatios-hora (kWh), sin considerar pérdidas por reactancia, ya que la tecnología LED opera sin necesidad de componentes auxiliares como reactancias, eliminando así las pérdidas adicionales asociadas a estos dispositivos.

Esta modernización no solo representa una mejora en términos de eficiencia energética, sino también en rendimiento lumínico, vida útil y reducción de costos operativos.

Tabla N°18.
Carga actual de alumbrado público (modernizada)

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL(ANTIOQUIA)								
INVENTARIO INICIAL DE ALUMBRADO PUBLICO **CARGA ACTUAL DE ALUMBRADO PUBLICO (MODERNIZADA)**								
TECNOLOGIA	POTENCIA	Pérdida en la	CANTIDAD	POTENCIA	Potencia Total	DEMANDA	DEMANDA	DEMANDA
		Reactancia	DE	INSTALADA	Incluye	Pérdidas	Sin Reactancia	Con Reactancia
	(Watt)	(Watt)	LUMINARIAS	(Watt)	Reactacia	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)
LED	40	0	573	22.920	22.920	0	8.251	8.251
	70	0	128	8.960	8.960	0	3.226	3.226
	1000	0	0	0	0	0	0	0
SODIO	70	11		0	0	0	0	0
	150	19		0	0	0	0	0
	250	29		0	0	0	0	0
	400	40		0	0	0	0	0
METAL HALIDE	125	12		0	0	0	0	0
	150	19		0	0	0	0	0
	250	29		0	0	0	0	0
	400	40		0	0	0	0	0
	1000	1000		0	0	0	0	0
CARGA TOTAL			**701**	**31.880**	**31.880**	**0**	**11.477**	**11.477**

Tabla N°18. Consolidado actual del Servicio de A.P Modernizado en Tecnología LED.

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Como se observa en la Tabla N°18, se ha realizado una sustitución directa de las luminarias existentes por un número equivalente de unidades con tecnología LED. Esta intervención ha permitido una reducción significativa en el consumo energético, al tiempo que ha optimizado la eficiencia del sistema de alumbrado público, gracias a una mayor eficacia lumínica y una menor necesidad de mantenimiento periódico. En el ítem 4.7 del informe, se desarrollará un análisis comparativo del consumo energético y los costos asociados, considerando un escenario hipotético en el que se utilice la misma cantidad de luminarias, pero con tecnología de sodio de alta presión, con el fin de cuantificar los beneficios reales obtenidos con la modernización.

4.7 ANÁLISIS DE CARGA CON TECNOLOGÍA LED.

La repotenciación del sistema de alumbrado público, mediante la adopción de luminarias con tecnología LED, ha conllevado el reemplazo de luminarias tradicionales por otras de menor potencia, pero con una eficiencia significativamente superior (ver Tabla N.º 19).

Tabla N° 19.
Carga actual Modernizada en Tecnología LED.

RESUMEN	POTENCIAS Y DEMANDAS
Total Luminarias	**701**
Potencia Total (w)	31.880
Potencia Total (w) - Incluyéndose la reactancia -	31.880
Consumo mensual por pérdidas (Kw-mes)	0
Porcentaje de incremento que representa las pérdidas	0%
Consumo mensual total (incluidas las pérdidas) (Kw/mes)	11.477
Consumo total de semáforos (62*100*24*30/1000) (KW/MES)	0
Consumo total mensual Incluyendo Semáforos.(KW/MES)	11.477
VALOR ESTIMADO A PAGAR POR ENERGIA A $949/KWH	**10.891.483**

Tabla N°19. Costo a pagar en energía por Carga actual Modernizada en Tecnología LED.

Esta transformación representa un ahorro considerable en el consumo de energía, lo cual incide positivamente en la reducción del monto mensual a pagar por el servicio eléctrico, el cual disminuyo a **DIEZ MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS M/CTE ($10.891.483)**

Dado que el precio por kilovatio-hora ($949/kWh) se mantiene constante, una **reducción en la potencia instalada** permite una disminución proporcional en el costo mensual de consumo energético. Además, al no requerir reactancias, las luminarias LED eliminan las pérdidas adicionales asociadas a dichos componentes.

Tabla N° 20.
Comparativo de carga instalada y valor a pagar por consumo, tecnología Sodio vs Led

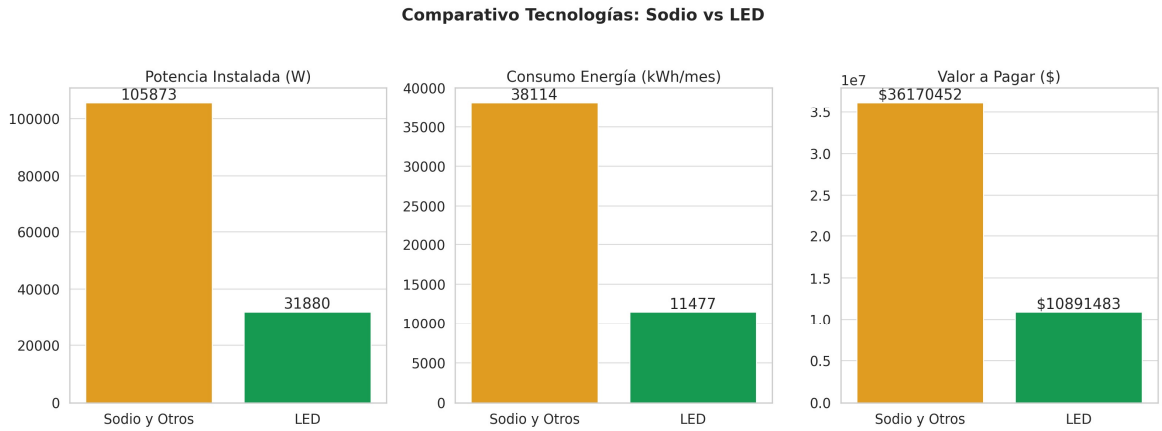
A continuación, se compara el consumo energético y los costos asociados entre el sistema anterior con tecnología de sodio y el sistema actual modernizado con tecnología LED, considerando la misma cantidad de luminarias:

TECNOLOGIA	CANTIDAD DE LUMINARIAS	POTENCIA INSTALADA	CONSUMO DE ENERGIA	$KWH/MES	VALOR A PAGAR	PORCENTAJE DE AHORRO	AHORRO EN PESOS
SODIO Y OTROS	701	105.873	38.114	949	**36.170.452**	68%	$ 25.278.969
LED	701	31.880	11.477	949	**10.891.483**		

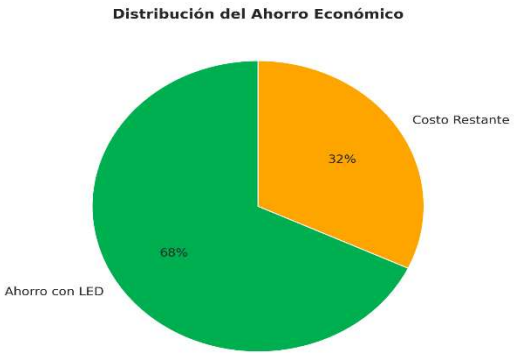
Tabla N° 20. Comparativo de carga instalada Vs valor a pagar por consumo Sodio Vs LED

Al analizar los efectos del cambio de tecnología en las luminarias del municipio de sodio a tecnología LED en el sistema de alumbrado público, se evidencian múltiples beneficios sustanciales para el municipio:

- **Reducción significativa en la carga instalada**, ya que las luminarias LED requieren una menor potencia para generar el mismo nivel de iluminación que las luminarias de sodio, optimizando así el uso de la energía eléctrica.



- **Disminución en los costos asociados al consumo energético**, gracias a la mayor eficiencia de las luminarias LED. Esta ventaja se refleja directamente en una reducción de los valores facturados por el servicio de energía eléctrica.
- **Ahorro energético superior al 65%**, producto de la alta eficacia lumínica de la tecnología LED, que convierte una mayor proporción de energía eléctrica en luz útil y minimiza las pérdidas por generación de calor, a diferencia de las tecnologías tradicionales como el sodio.



Estos beneficios no solo permiten mejorar la **eficiencia operativa** del sistema de alumbrado público, sino que también fortalecen la **sostenibilidad ambiental y financiera** del municipio. A largo plazo, esta modernización contribuye a una **menor huella de carbono**, menor frecuencia de mantenimiento, y una gestión más eficiente de los recursos públicos.

4.8 NECESIDAD DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO

Actualmente, el sistema de alumbrado público del municipio de **SAN RAFAEL** no cuenta con un **plan de mantenimiento preventivo y correctivo** que garantice el cumplimiento sostenido de los niveles de **eficiencia energética** ni los **parámetros técnicos de iluminación** requeridos. Un plan de mantenimiento adecuado debe incluir, como mínimo, las siguientes acciones periódicas:

- Limpieza del conjunto óptico de las luminarias (Vidrios, Carcasa, Brazos).
- Sustitución programada de componentes como **bombillas, fotoceldas, arrancadores y balastros**, en caso de tecnologías que aún los utilicen como las luminarias que están instaladas en la actualidad en todo el casco urbano y rural. Así mismos componentes como drivers, fotoceldas y dispositivos de protección, para las luminarias de tecnología LED.

La ausencia de estas actividades puede generar una disminución gradual en la calidad del servicio de iluminación y un incremento en el consumo energético, además de mayores costos por mantenimientos correctivos no planificados.

Por esta razón, **todo proyecto de diseño, mejora o modernización del sistema de alumbrado público** debe contemplar un **esquema técnico de mantenimiento**, sustentado en el cálculo de un **Factor de Mantenimiento (Fm)**. Este parámetro permite prever la pérdida de rendimiento lumínico a lo largo del tiempo y asegurar un desempeño constante y eficiente del sistema:

Cálculo de Factor de Mantenimiento (Fm): El factor de mantenimiento es el resultante de la fórmula: $\boldsymbol{F_M = F_E \times DLB \times F_B}$, en donde:

a) $\boldsymbol{F_E}$**, es** el factor de depreciación de la luminaria por ensuciamiento. La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento, y por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público.

La rapidez y severidad de la acumulación de la suciedad varía con respecto a las condiciones existentes en el sitio de la instalación y al índice de hermeticidad (IP) de la luminaria.

Por lo tanto, se debe determinar la categoría de contaminación aplicable al respectivo proyecto de iluminación de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla N° 21.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 µg/m^3	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 µg/m^3	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 – 400 µg/m^3	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a 400µm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Tabla 21. Clasificación de los niveles de contaminación.

b) $\boldsymbol{DLB}$**,** Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla. Este factor debe considerarse para mantener ciertas condiciones mínimas de iluminación durante la vida útil de la instalación. Para el caso de la luminaria que se va a utilizar en el Municipio de SAN RAFAEL, el *DLB* de la luminaria es de 0,9.

c) $\boldsymbol{F_B}$ **,** Se debe tomar los factores de balastos suministrados por el fabricante dentro de la información de certificación del producto. Como los drivers para las luminarias Led no son balastos por tal razón se asume el factor de balasto como uno (1).

Para una buena prestación del Servicio del Alumbrado Público del Municipio de SAN RAFAEL, se deberá crear y alimentar a las bases de datos que le permitan determinar la depreciación y vida útil de las fuentes luminosas clasificadas por marcas, tecnología, potencia y condiciones del sitio de instalación.

4.9 RELACIÓN ENTRE EL FACTOR DE ENSUCIAMIENTO Y EL FACTOR DE HERMETICIDAD.

La cantidad de suciedad acumulada depende del grado de hermeticidad del conjunto óptico y del ambiente en el cual se va instalar la luminaria.

Se deben considerar los máximos periodos de limpieza del conjunto óptico establecido en la siguiente tabla los cuales deben aplicarse por el operador del sistema de alumbrado público del Municipio de SAN RAFAEL:

Tabla N° 22

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN

Categoría		Nivel de partículas	Periodo de limpieza (meses)
I	Ambientes poco polucionados	< 80 µg/m^3	36 o cambio de bombilla
II	Ambientes medianamente polucionados	80 – 150 µg/m^3	24
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	150 – 300 µg/m^3	12
		300 – 400 µg/m^3	6
IV	Ambientes excesivamente polucionados	400 – 600 µg/m^3	6
		> 600 µg/m^3	3

Tabla 22. Período máximo para realizar limpieza del conjunto óptico.

Para el Municipio de SAN RAFAEL, por ser una zona residencial en su gran mayoría el ambiente es poco polucionado (Categoría I) donde no existen actividades generadoras de polvos o humo, el tráfico es fluido. La categorización de este Municipio con respecto a la polución ambiental del mismo quedó a criterio del diseñador del plan de mantenimiento porque en el PBOT no especifica qué tipo de polución existe en el Municipio. Las luminarias instaladas en este tipo de vías de acuerdo a la Tabla 24, el periodo de limpieza del conjunto óptico debe ser de cada 36 meses y 24 o 12 meses para las luminarias que están en las carreteras principales.

A continuación, se presenta la Tabla donde se relacionan los valores de ensuciamiento según el índice de protección IP de la luminaria y de la categoría de contaminación de la vía.

Tabla N° 23.

Tipo de vía o clase de iluminación	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento F_E
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

Tabla 23. Factores de ensuciamiento de las luminarias.

4.10 TIPOLOGÍAS DE MANTENIMIENTO EN SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

En el ámbito de la ingeniería de mantenimiento, se reconocen cinco clases principales de mantenimiento aplicables a sistemas eléctricos y de iluminación:

- ✓ **Mantenimiento correctivo**
- ✓ **Mantenimiento preventivo**

- ✓ **Mantenimiento predictivo**
- ✓ **Overhaul (reacondicionamiento mayor)**
- ✓ **Mantenimiento a cero horas (zero hour)**

No obstante, el servicio de alumbrado público, por su naturaleza operativa y escala de infraestructura, se apoya principalmente en dos modalidades: **mantenimiento correctivo** y **mantenimiento preventivo**. A continuación, se describen en detalle estas dos clases fundamentales:

4.10.1 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento se ejecuta **una vez identificado un fallo o avería** en el funcionamiento normal de alguno de los componentes del sistema. Su objetivo es **restaurar la operatividad del servicio de manera inmediata**, y las acciones que lo componen incluyen, entre otras:

- Reemplazo de bombillas fundidas o inoperantes.
- Sustitución de fotoceldas afectadas por sobre corriente u obsolescencia.
- Cambio de drivers, vidrios o talcos.
- Reposición de acometidas eléctricas en casos de robo o cortocircuito.
- Sustitución de brazos de luminarias por daño estructural, desgaste o vandalismo.
- Reemplazo de luminarias completas al final de su vida útil o por daños.
- Sustitución de postes deteriorados, dañados o colapsados.
- Reemplazo de conectores defectuosos debido a mal contacto, sobrecarga o desgaste.

4.10.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se orienta a **evitar fallos mediante intervenciones planificadas**, realizadas de forma periódica, con el fin de mantener todos los componentes del sistema en condiciones óptimas de funcionamiento. Entre las actividades comunes se incluyen:

- Inspección regular de componentes eléctricos como, drivers, vidrios o talcos.
- Revisión del estado físico de luminarias, incluyendo carcasa, lentes, conexiones, brazos y postes.
- Verificación funcional del sistema de encendido y apagado automático en diferentes condiciones de luz natural.
- Inspección integral del circuito eléctrico, desde el transformador hasta las redes de distribución secundaria.

El diseño de un plan de mantenimiento adecuado que combine acciones **preventivas y correctivas** garantiza la **continuidad del servicio, la eficiencia energética y la prolongación de la vida útil** de la infraestructura del alumbrado público. Incorporar estas prácticas en la operación del sistema contribuye, además, a una reducción significativa de los costos operativos a mediano y largo plazo.

4.11 PARÁMETROS FINANCIEROS BÁSICOS DEL SISTEMA ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO.

Los cálculos financieros de la inversión inicial, servicio de facturación, recaudo, y costos de operación y mantenimiento, y se realizarán basados en *las Resoluciones CREG 122 y 123 del 2011, Resolución CREG 015*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

del 2019, la Resolución Creg 007 del 2020 y la Resolución Creg 125 del 2021 teniendo en cuenta que en estas resoluciones se definen los costos máximos que se puedan establecer por cada concepto.

Para el caso concreto que nos ocupa, que es establecer el costo relacionados con la Administración, Operación y Mantenimientos (CAOM) se deberá tener claro que los parámetros son estos:

El resultado de los análisis realizados indica que la mejor alternativa es la utilización de luminarias LED, ya que tienen mejor desempeño en la evaluación realizada, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos en los que este tipo de luminarias generaron mejores rendimientos con relación a las demás evaluadas.

A continuación, presentamos los parámetros de entrada para establecer la modelación financiera del proyecto en mención, con el fin de determinar su equilibrio a lo largo de su funcionamiento:

Tabla N° 24.

PARAMETRO	VALOR
Costo kW/h promedio- 2021 (SAN RAFAEL)	$580
Recaudo promedio mensual actual (Sin grandes contribuyentes)	$ 36.181.080
Costos fiduciarios (máximo) en SMMLV + IVA	3
IPP mensual	0,05%
IPC mensual	0,3%
Porcentaje de crecimiento Infraestructura (expansión) anual	2,00%
Costo de facturación y recaudo Promedio	
Crecimiento Poblacional Proyectado	2%
Interventoría sobre recaudo total	10%
Años de la Prestación del Servicio	20
WACC actividad distribución energía eléctrica (Res Creg 215 del 2021)	12,09%
Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación NE =	0,041
FAOM	0,103
FAOMS (Contaminación Salina, No aplica para SAN RAFAEL)	0,005
Número de luminarias apagadas de noche	2%
Horas fuera de servicio luminarias que están apagadas en la noche	12
Número de luminarias encendidas de día	5%
Horas fuera de servicio luminarias que están prendidas de día	24
Nivel de eficiencia en el primer año	90-95%
Nivel de eficiencia a partir del segundo año en adelante	98%

Tabla N°24. Parámetros para la Aplicación de la Resolución Creg 123 del 2011

4.12 CUANTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS (UCAP).

De acuerdo con el RETILAP se debe tener en cuenta todos los elementos que componen el servicio del alumbrado público según la Resolución Creg **101-13 de 2022**

Tabla N° 25.

RESUMEN UCAP		
ITEM	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**
1	LUMINARIA SODIO y MH	691
2	LUMINARIA LED	10
3	POSTES	21
4	TRANSFORMADORES	N.A
5	MEDIDORES	N.A
6	DUCTOS Y CANALIZACIONES	N.A
7	REDES	N.A
8	REGISTROS	N.A

Tabla N° 26. Consolidado de UCAP

El costo total de cada Unidad Constructiva del Servicio de Alumbrado Público se compone de:

Tabla N° 26

COSTOS TOTALES PARA EL CALCULO DE UCAP
MATERIALES
MANO DE OBRA
TRANSPORTE EN SITIO DE OBRA
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS
TRANSPORTE DE MATERIALES AL MUNICIPIO
COSTOS DE INGENIERIA
COSTOS ADMON DE LA OBRA
COSTOS DE IMPREVISTOS
COSTOS INSPECTORES DE OBRA
COSTOS FINANCIEROS MES

Tabla N°26. Unidades para los Costos totales de UCAP

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

4.13 VIDA ÚTIL DE LAS UCAP

La vida útil de las UCAP que componen el Servicio del Alumbrado Público son los siguientes:

Tabla N° 27.

VIDA UTIL EN AÑOS – UCAP	
ELEMENTO (UCAP)	**TIEMPO**
LUMINARIA SODIO	3
LUMINARIA LED	15
POSTES	30
TRANSFORMADORES	20
MEDIDORES	10
DUCTOS Y CANALIZACIONES	20
REDES	30
REGISTROS	20

Tabla N°27. Vida Útil de las Ucap

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 5
DETERMINACION DE LOS COSTOS MINIMOS DE ACTIVIDADES PARA LA PRESTACION INTEGRAL DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO

Los costos directos por las actividades que componer la prestación integral del servicio del alumbrado público son las siguientes:

CAOM:	*Costos por la Administración, Operación y Mantenimientos del SALAP*
***ENERGÍA**:*	*Costo por la Energía necesaria para la prestación del SALAP).*
INTERVENTORIA:	*Costo por la realización de la Interventoría al contrato que exista por la prestación del SALP*.
EXPANSIONES:	*Costos que se requieren para la remuneración por las inversiones que se realicen en las expansiones del servicio del alumbrado público para llevar la cobertura al 100% en todo el municipio.*
MODERNIZACIÓN:	*Costo que se requieren para la remuneración por la realización de las Inversiones en la modernización del SALAP en Tecnología LED.*
ADORNOS NAVIDEÑOS E ILUMINACION ORNAMENTAL:	*Son los costos que se requieren para la realización de estas dos actividades, generalmente se deja un remanente mensualmente para cumplir esta necesidad.*
FIDUCIARIOS:	*Costos en el manejo del recaudo del impuesto de alumbrado público para Que sea manejado de manera transparente e independiente a los otros Recursos diferente al mismo; generalmente son de 3 smmlv.*

5.1 FÓRMULA GENERAL DE COSTOS MÁXIMOS PARA REMUNERAR LOS PRESTADORES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Para saber cuál será la remuneración máxima que tienen derecho los prestadores del Servicio del Alumbrado Público, se debe dar aplicabilidad a lo establecido por la Resolución Creg 123 del 2011 desde los artículos 8 al 26, así:

5.1.1 Metodología de remuneración de los costos máximos de las actividades del sistema de alumbrado público

$$\mathrm{RSALP} = \mathrm{CSEE} + \mathrm{CINV} + \mathrm{CAOM}$$

Ecuación 3. Remuneración de los costos máximos de las actividades del sistema de alumbrado público.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Dónde:

RSALP:Remuneración del Alumbrado Público en pesos corrientes
CSEE: Costo máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP en pesos corrientes.
CINV: Costo máximo de la Actividad de Inversión del SALP en pesos corrientes.
CAOM: Costo máximo de la actividad de AOM del SALP en pesos corrientes.

5.1.2 Costo por el Suministro de Energía Eléctrica Destinada al Servicio de Alumbrado Público.

El costo máximo de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público, se determinará así:

$$CSEE = \sum_{n=1}^{Z} (TEEn * CEEn)$$

Ecuación 4. Costo por el suministro de energía eléctrica destinada al servicio de alumbrado público

Donde:

CSEE: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos.

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 en KW/h.

La tarifa promedio de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público es de $583Kw/h la cual suministra el operador de red, que para el caso del Municipio de SAN RAFAELes EPM.

5.1.3 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 tiene la siguiente ecuación:

$$CINV = \sum_{n=1}^{2} (CAAn * ID)$$

Ecuación 5. Costo máximo de la actividad de inversión del sistema de alumbrado público

Dónde:

n: Nivel de tensión 1 o 2.
CINV: Costo máximo de la Actividad de Inversión del SALP.

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAAn: Costos anual equivalente de los activos del SALP.
ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del SALP.

5.1.4 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 Actividad de Inversión, puestos en uso.
- ✓ Los terrenos asociados con cada subestación construidos por el prestador del Servicio de Alumbrado Público, indicando para cada terreno su área (m^2) y valor catastral total.
- ✓ Los activos no eléctricos, necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

De acuerdo con lo anterior el Costo anual equivalente de la infraestructura se determina así:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión *n* en pesos constantes.

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Ecuación 6. Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión *n* en pesos constantes

a) Costo anual equivalente de activos eléctricos (CAAEn)

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión *n* en pesos constantes.

$$CAANEn = \sum_{i=1}^{NRn} \left(CR_I * \frac{r}{1-(1+r)^{-v}} \right)$$

Ecuación 7. Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el nivel de tensión *n* en pesos constantes

Donde:

NRn: Número total de UC que conforman cada activo, instalado y puesto en operación en el Nivel de Tensión *n* por el prestador de la Actividad de Inversión.

CRi: Costo de Reposición a nuevo de la UC que conforma cada activo de alumbrado público, instalado y puesto en operación.

r: Tasa de Retorno establecida para la actividad de distribución de energía eléctrica para los sistemas que se remuneran con la Metodología de Precio Máximo es de **12,09% de conformidad con la Resolución Creg 215 del 2021.**

Vi: Vida útil en años, reconocida para la UCAP.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

El parámetro de vida útil de las Unidades Constructivas que se va a utilizar para evaluar los costos establecidos por la norma y son los establecidos en la Tabla N°28.

a) 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:

$$CATn = R * \sum_{i=1}^{NSn} (AT_i * VCT_i)$$

Ecuación 8. Costo anual de terrenos de las subestaciones del nivel de tensión n (CATn).

El Municipio de SAN RAFAEL, no cuenta actualmente con terrenos en la infraestructura de Alumbrado Público, por lo que, el costo anual por este criterio es CERO (0)

b) 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:

$$\text{CAANEn} = \text{NE} * \text{CAAEn}$$

Ecuación 9. **Costo anual equivalente de activos no eléctricos (*CAANEn)***

Donde:

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al nivel de tensión *n* en pesos constantes del mes de presentación de la oferta por parte del prestador de la Actividad de Inversión, o del mes de actualización de precios.

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 SALP 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 Actividad de Inversión.

Valor Remuneración de Activos no Eléctricos CAAEn*,041

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

5.1.5 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:

$$\mathrm{ID} = 1 - \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{\mathrm{W\ i} * \mathrm{HSS\ i}}{\mathrm{WT} * \mathrm{T}} \right)$$

Ecuación 10. Índice de disponibilidad de la infraestructura instalada

Dónde:

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 el siguiente estudio se estima un valor de indisponibilidad del 0.95.

5.1.6 Costo Máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público

La remuneración del costo máximo de la Actividad de AOM de la infraestructura propia del SALP, se determinó así:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

$$\text{CAOM} = \sum_{n=1}^{2} [(\text{CRTAn} * (\text{FAOM} + \text{FAOMS}) * \text{ID}) - \text{VCEEIn}]$$

Donde:

CAOM: Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos

CRTAn: Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP 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 constantes del mes de presentación de la oferta por parte del prestador del Servicio de Alumbrado Público, o del mes de actualización de precios.

FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRTAn que reconoce los gastos de AOM. Su valor es 0,103

FAOMS: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRTAn que reconoce los gastos AOM adicionales en zonas de contaminación salina. Su valor es 0,005.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del SALP. Sólo se considera la indisponibilidad de aquellas luminarias reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas. El valor estimado 0,95

5.2 SUMINISTRO DE ENERGIA.

En el capítulo anterior (Ítem 4.5), se revisó minuciosamente el consumo de energía de las luminarias actualmente en funcionamiento. Según el análisis del cálculo realizado, el costo estimado de este consumo asciende a $36.170.452. Este monto está por encima al valor reportado por EPM en el valor a pagar por energía del mes de diciembre del 2024, enero y febrero de 2025, el cual es de $33.059.988, lo que se supone que en EPM de pronto exista otra carga instalada diferente a la aquí reportada, la cual, la tomaremos como parámetro de referencia del valor a pagar en energía en promedio $36.170.452, y con este valor proyectaremos el flujo financiero acorde a la Resolución Creg 101-013 de 2022. A continuación, se detallan las cargas que se incluyen y excluyen del sistema de Alumbrado Público según el ***Decreto 943 de 2018***:

> ***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*

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

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 parágrafo del artículo 350 de la Ley 1819 de 2016."

Aunque el cobro coincide con la carga actual instalada, se sugiere, que el operador de red o encargado de la operación del Servicio de Alumbrado Público realice un nuevo censo de luminarias instaladas al servicio del alumbrado público para tener la certeza de que sea la carga real que estén cobrando por su consumo y no una carga ficticia que está llevando al municipio a un posible detrimento patrimonial y un enriquecimiento sin causa a favor de EPM, por cobrar lo no debido.

5.3 RECAUDO Y FACTURACION DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PUBLICO

Este Proyecto de Estudio plantea la continuidad en la integración del cobro del Impuesto de Alumbrado Público a través de las facturas del servicio de energía eléctrica domiciliaria, gestionadas por la empresa EPM. Esta modalidad de recaudo ha demostrado ser altamente efectiva, al garantizar una cobertura amplia y sostenida, lo que a su vez asegura la disponibilidad de los recursos necesarios para la modernización integral del sistema de alumbrado mediante tecnología LED, así como para su operación, mantenimiento y sostenibilidad en el tiempo, con estándares de calidad y confiabilidad.

El respaldo jurídico a esta estrategia se encuentra consagrado en el artículo 352 de la Ley 1819 de 2016, el cual establece que el recaudo del Impuesto de Alumbrado Público es responsabilidad de los municipios, distritos o comercializadores de energía, y que dicho cobro puede efectuarse a través de las facturas de los servicios públicos domiciliarios. La normatividad vigente reconoce además que las empresas comercializadoras de energía pueden ser designadas como agentes recaudadores, facultándolas para incluir este concepto dentro de sus facturas regulares de consumo eléctrico.

En consonancia con este marco legal, corresponde al municipio, mediante la adopción de un Acuerdo Municipal, designar formalmente a la empresa encargada de cumplir la función de agente recaudador. En el caso del municipio de **SAN RAFAEL**, se propone que **Empresas Públicas de Medellín (EPM)** continúe desempeñando dicho rol, dado su conocimiento del territorio, su capacidad operativa y la eficiencia demostrada en procesos anteriores de facturación y recaudo.

5.4 VALORACION DE LAS UCAP

Con miras a la ejecución del nuevo proyecto orientado a la modernización integral del sistema de Alumbrado Público mediante tecnología LED, se contempla no solo la renovación del sistema actual, sino también su **expansión a zonas que actualmente carecen de cobertura**, incluyendo los corregimientos y centros poblados como *Arenales* y *El Bizcocho*.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

El alcance del proyecto abarca además la **construcción de infraestructura exclusiva para el servicio de alumbrado público**, con intervenciones previstas en espacios estratégicos del municipio, tales como:

- Parque Principal Municipal
- Parque Mi Río
- Parque La Madre
- Parque Lineal
- Salida del municipio hacia El Bizcocho - Guatapé
- Salida del municipio hacia El Arenal
- Tramo vial entre San Rafael y San Carlos

Para garantizar la sostenibilidad técnica y financiera del proyecto, se recomienda tener en cuenta la relación detallada de **Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP)** que actualmente conforman el sistema, así como los costos estimados a precios de mercado. Esta información es clave para la adecuada planificación, presupuestación y toma de decisiones en torno a la implementación del proyecto.

A continuación, se presenta un **Estudio de Mercado** que reúne información sobre las UCAP más utilizadas en Colombia, específicamente aquellas asociadas a luminarias LED, con base en experiencias de modernización llevadas a cabo en otras ciudades del país. Este estudio sirve como referencia técnica y económica para orientar el proceso de selección de tecnologías y proveedores.

Tabla N° 28.

DESCRIPCIÓN	*MUNICIPIOS DONDE SE HAN REALIZADO MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PUBLICO*									
	PUERTO RICO (Risaralda)	CHIA	CUCUTA	VALLEDUPAR	SAN FRANCISCO	DONMATIAS	Miranda (Cauca)	HELICONIA	YUMBO	**PROMEDIO**
LUMINARIAS LED 35-40W	2.238.045	1.258.315	1.513.939	1.641.689	1.621.446	1408748	1.959.389	1.513.000	1.749.852	**1.656.047**
LUMINARIAS LED 45-90W	2.808.320	2.037.044	1.911.262	2.431.349	1.997.634	1621254	1.990.278	1906396	1.969.274	**2.074.757**
LUMINARIAS LED 95-110W	3.729.755	2.042.074	2.317.482	2.802.149	2.357.814	1754654	2.576.240	2181200	2.299.445	**2.451.201**

Tabla 28. Comparativos valores UCAP de luminarias más comunes utilizadas en el mercado

La valorización de las UCAP del servicio del alumbrado público del municipio de SAN RAFAEL conforme a lo dispuesto en la Resolución CREG 123 del 2011 es la siguiente:

Tabla N° 29.

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL (DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA)
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UCAP
MODERNIZACION Y EXPANSION DEL SISTEMA DEL ALUMBRADO PUBLICO EN TECNOLOGIA LED

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

MARCAS DE LUMINARIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO MAS UTILIZADAS EN EL MERCADO: ECOLED, ALUTRAFIC, SCHEREDER, ROY ALPHA, LIGHTINHG, NOVACLOK, ECOLITE, O SIMILARES CON 10 AÑOS DE GARANTIA COMO MINIMO

LUMINARIAS TECNOLOGIA LED 35-40W (MODERNIZACION CON BRAZO Y DEMAS ACCESORIOS)

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA LED 35-40W DE 16 LED, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE	UND	1	868.000	868.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	32.000	32.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	27.000	54.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	6.400	38.400
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.204.160**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.242.077**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 62.104
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 62.104
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 248.415
COSTOS INSPECTORES DE OBRA RETILAP	2%			$ 24.842
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 17.389
LUMINARIA LED 35-40W DE 16 LED, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE				**$ 1.656.930**

LUMINARIAS TECNOLOGIA LED 45-90W (MODERNIZACION CON BRAZO Y DEMAS ACCESORIOS)				
MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LUMINARIA LED 45-90W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE	UND	1	1.180.000	1.180.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	32.000	32.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	27.000	54.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	6.400	38.400
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.516.160**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.554.077**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 77.704
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 77.704
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 310.815
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 31.082
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 21.757
LUMINARIA LED 45-90W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE				**$ 2.073.138**

DECORATIVA ESPECIAL LED 50-90W (MODERNIZACION CON BRAZO Y DEMAS ACCESORIOS)

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DECORATIVA ESPECIAL LED 50-90W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE	UND	1	2.180.000	2.180.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1		-
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	32.000	32.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2		-
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	6.400	38.400
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 2.282.160**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 2.320.077**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 116.004
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 116.004
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 464.015
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 46.402
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 32.481
DECORATIVA ESPECIAL LED 50-90W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE				**$ 3.094.982**

REFLECTORES ESPECIALES LED 150-300W (MODERNIZACION CON BRAZO Y DEMAS ACCESORIOS)

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL

REFLECTORES LED 150-300W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE	UND	1	3.000.000	3.000.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500	33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 3.335.760**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 3.373.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 168.684
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 168.684
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 674.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 67.474
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 47.231
REFLECTORES LED 150-300W, INCLUYE BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE				**$ 4.500.485**

LUMINARIAS TECNOLOGIA LED 95-110W (MODERNIZACION CON BRAZO Y DEMAS ACCESORIOS)

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA LED 95-110W, INCLUYE LA BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE	UND	1	1.463.000	1.463.000

BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	32.000	32.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	27.000	54.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	6.400	38.400
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.799.160**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	-	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.837.077**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 91.854
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 91.854
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 367.415
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 36.742
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 25.719
LUMINARIA LED 95-110W, INCLUYE LA BASE PARA FOTOCELDA - COLOR BLANCO ELECTROLITICAMENTE				**$ 2.450.660**

LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 70W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA SODIO/MERCURIO 70W, CON BASE PARA FOTOCELDA	UND	1	620.000	620.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000

CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500		33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000		30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000		1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$**	**955.760**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$	5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$	5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$	5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$	3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	-	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$	10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**993.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	49.684
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	49.684
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	198.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	19.874
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	13.911
LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 70W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO				**$**	**1.325.565**

LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 150W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA SODIO/MERCURIO 150W, CON BASE PARA FOTOCELDA	UND	1	700.000	700.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500	33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.035.760**

MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	UN	REND	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.073.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 53.684
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 53.684
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 214.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 21.474
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 15.031
LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 150W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO				**$ 1.432.285**

LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 250W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA SODIO/MERCURIO 250W, CON BASE PARA FOTOCELDA	UND	1	820.000	820.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500	33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.155.760**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750

SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$	10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**1.193.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	59.684
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	59.684
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	238.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	23.874
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	16.711
LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 250W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO				**$**	**1.592.365**

LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 400W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LUMINARIA SODIO/MERCURIO 400W, CON BASE PARA FOTOCELDA	UND	1	850.000	850.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500	33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.185.760**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	UN	REND	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.223.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 61.184
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 61.184
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 244.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 24.474
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 17.131
LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 400W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO				**$ 1.632.385**

LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 1000W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LUMINARIA SODIO/MERCURIO 1000W, CON BASE PARA FOTOCELDA	UND	1	3.000.000	3.000.000
BRAZO METALICOS DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 1/1,2ML, D=1/1,5" COLOR BLANCO EN PINTURA ELECTROSTARTICA	UND	1	180.000	180.000
FOTOCELDA ELECTRONICA	UND	1	35.000	35.000
COLLARINES O ABRAZADERAS METALICAS CON PERNOS 3/8x3" CON ARANDELAS - COLOR BLANCO	UND	2	28.000	56.000
CABLE ENCAUCHETADO 2X14	ML	6	5.500	33.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
CINTA SCOTCH 33-3M	UND	0,08	22.000	1.760
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 3.335.760**
MANO DE OBRA ARMADO LUMINARIA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	0,50	20.000	$ 10.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 10.000**

SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS			**$**	**3.373.677**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%		$	168.684
COSTOS DE INGENIERIA	5%		$	168.684
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%		$	674.735
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%		$	67.474
COSTOS FINANCIEROS MES	1%		$	47.231
LUMINARIAS SODIO/MERCURIO 1000W CON ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO			**$**	**4.500.485**

POSTE METALICO DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO 3"/4-5M

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
POSTE METALICO DECORATIVO DE 3"/4-5M o SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS	UND	1	1.450.000	1.450.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.450.000**
MANO DE OBRA ARMADO - DESMONTE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.497.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 74.896
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 74.896
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 299.583
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 29.958
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 20.971
POSTE METALICO DECORATIVO DE 3"/4-5M o SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS				**$ 1.998.221**

POSTE METALICO DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO 3"/6M - 1 BRAZO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
POSTE METALICO DECORATIVO 3"/6M - 1BRAZO o SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS	UND	1	1.850.000	1.850.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 1.850.000**
MANO DE OBRA ARMADO - DESMONTE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 1.897.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 94.896
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 94.896
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 379.583
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 37.958
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 26.571
POSTE METALICO DECORATIVO PARA ALUMBRADO PUBLICO 3"/6M - 1 BRAZO				**$ 2.531.821**

POSTE METALICO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 8-9M / 1 BRAZO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
POSTE METALICO DECORATIVO DE 8-9M, CON 1 BRAZO ESTILO GAVIOTA O SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS	UND	1	2.250.000	2.250.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 2.250.000**
MANO DE OBRA ARMADO - DESMONTE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750

SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$	20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**2.297.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	114.896
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	114.896
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	459.583
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	45.958
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	32.171
POSTE METALICO DECORATIVO DE 8-9M, CON 1 BRAZO ESTILO GAVIOTA O SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS				**$**	**3.065.421**

POSTE METALICO PARA ALUMBRADO PUBLICO DE 8-9M CON 2 BRAZO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
POSTE METALICO DECORATIVO DE 8-9M, CON 2 BRAZO ESTILO GAVIOTA O SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS	UND	1	2.500.000		2.500.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$**	**2.500.000**
MANO DE OBRA ARMADO - DESMONTE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$	5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$	5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$	5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$	3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$	20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**2.547.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	127.396

COSTOS DE INGENIERIA	5%		$	127.396
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%		$	509.583
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%		$	50.958
COSTOS FINANCIEROS MES	1%		$	35.671
POSTE METALICO DECORATIVO 8-9M, CON 2 BRAZO ESTILO GAVIOTA O SIMILAR, COLOR BLANCO (PINTURA ELECTROSTATICA), CON FLANCHES BASE CUADRADA Y PIE DE AMIGOS			**$**	**3.398.921**

CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TRANSFORMADOR MONOFASICO 10KVA A 220-110V	UND	1	$ 8.500.000	$ 8.500.000
CRUCETA METALICA AUTOSOPORTADA	UND	1	$180.000	$ 180.000
CORTACIRCUITOS 12KV-15KV	UND	1	$170.000	$ 170.000
COLLARIN PARA TRANSFORMADOR 8 a 9 CON 2 PERNOS DE 5/8" X 3"	UND	2	$ 35.000	$ 70.000
PARARRAYOS	UND	1	195000	195.000
FUSIBLES	UND	1	3000	3.000
KIT PUESTA A TIERRA	UND	1	380000	380.000
CABLE DE CU DESNUDO N° 2 DE 7 HILOS	ML	6	7600	45.600
UNIONES PARA TUBERIA 2"	UND	1	1600	1.600
CAJA DE REGISTRO	UND	1	56000	56.000
CONECTORES KZEP	UND	2	9500	19.000
TRAMITES PARA LEGALIZAR LA INSTALACION DEL TRAFO	UND	1	$1.600.000	$1.600.000
CONECTORES TIPO CUÑA	UND	1	$4.000	$4.000
CONECTORES O ESTIBOS PARA CONECCION DE HANPACK	UND	1	$4.000	$4.000
CERTIFICACION RETIE DE LA INSTALACION DEL TRAFO	UND	1	$1.200.000	$1.200.000
TUBERIA GALVANIZADA DE 2"X3MTS	UND	1	$81.900	$81.900
CAPACETE GALVANIZADO DE DE 2"	UND	1	$10.000	$10.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 12.520.100**
MANO DE OBRA	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	2,00	250000	$ 500.000
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000

SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 520.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 13.068.017**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 653.401
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 653.401
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 2.613.603
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 261.360
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 182.952
TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				**$ 17.432.734**

MEDIDORES PROPIOS PARA CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
MEDIDOR BAJA TENSION 3 HILOS	UND	1	850.000	850.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 850.000**
MANO DE OBRA INSTALACION MONTAJE Y/O DESMONTE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 897.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 44.896
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 44.896
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 179.583
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 17.958
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 12.571
TOTAL MEDIDORES PROPIOS PARA CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO				**$ 1.197.821**

DUCTOS Y CANALIZACIONES SUBTERRANEOS DE 3/4" PROPIOS DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
TUBERIA PVC CONDUIT DE 3/4"X3mt	UND	1	7.000	7.000

SUBTOTAL MATERIALES				**$**	**7.000**
MANO DE OBRA	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANALIZACION	M3	1	10.000	$	10.000
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$	5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$	5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$	5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$	3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**29.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$	20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**64.917**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	3.246
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	3.246
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	12.983
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	1.298
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	909
TOTAL DUCTOS SUBTERRANEOS DE 3/4" PROPIOS DE ALUMBRADO PUBLICO				**$**	**86.599**

DUCTOS Y CANALIZACIONES SUBTERRANEOS DE 1" PROPIOS DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
TUBERIA PVC CONDUIT DE 1"X3mt	UND	1	9.100		9.100
SUBTOTAL MATERIALES				**$**	**9.100**
MANO DE OBRA	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANALIZACION	M3	1	10.000	$	10.000
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$	5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$	5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$	5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$	3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**29.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$	8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	

CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$	20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**67.017**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	3.351
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	3.351
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	13.403
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	1.340
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	938
TOTAL DUCTOS SUBTERRANEOS DE 1" PROPIOS DE ALUMBRADO PUBLICO				**$**	**89.400**

REDES EN ALUMINIO N° 2 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CABLE ALUMINIO N°2 DOS FASES	ML	1	5.300	5.300
PERCHA DE UN PUESTO	UND	1	8.000	8.000
AISLADOR CARRETO	UND	1	6.000	6.000
CINTA BANDIT 3/4	ML	1	4.000	4.000
HEBILLA CINTA BANDIT 3/4	UND	1	3.000	3.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 56.300**
MANO DE OBRA TENDIDO MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 104.217**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 5.211
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 5.211
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 20.843
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 2.084
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 1.459

TOTAL REDES EN ALUMINIO N° 2 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO	$ 139.025

REDES EN ALUMINIO N° 4 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CABLE ALUMINIO N°4 DOS FASES	ML	1	3.800	3.800
PERCHA DE UN PUESTO	UND	1	8.000	8.000
AISLADOR CARRETO	UND	1	6.000	6.000
CINTA BANDIT 3/4	ML	1	4.000	4.000
HEBILLA CINTA BANDIT 3/4	UND	1	3.000	3.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 54.800**
MANO DE OBRA TENDIDO MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 102.717**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 5.136
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 5.136
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 20.543
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 2.054
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 1.438
TOTAL REDES EN ALUMINIO N° 4 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO				**$ 137.024**

REDES EN ALUMINIO N° 6 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	UN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CABLE ALUMINIO N°6 DOS FASES	ML	1	2.700	2.700
PERCHA DE UN PUESTO	UND	1	8.000	8.000
AISLADOR CARRETO	UND	1	6.000	6.000

CINTA BANDIT 3/4	ML	1	4.000	4.000
HEBILLA CINTA BANDIT 3/4	UND	1	3.000	3.000
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	30.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 53.700**
MANO DE OBRA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 101.617**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 5.081
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 5.081
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 20.323
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 2.032
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 1.423
TOTAL REDES EN ALUMINIO N° 6 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO				**$ 135.557**

REDES SUBTERRANEA EN ALUMINIO N° 6 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CABLE ALUMINIO N°6 DOS FASES	ML	1	4.500	4.500
PERCHA DE UN PUESTO	UND		8.000	-
AISLADOR CARRETO	UND		6.000	-
CINTA BANDIT 3/4	ML	1	4.000	
HEBILLA CINTA BANDIT 3/4	UND		3.000	-
CONECTOR DE PERFORACION KZEP	UND	2	15.000	
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 4.500**
MANO DE OBRA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750

SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 52.417**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 2.621
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 2.621
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 10.483
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 1.048
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$ 734
TOTAL REDES EN ALUMINIO N° 6 EXCLUSIVA DE ALUMBRADO PUBLICO				**$ 69.924**

RED ENCAUCHETADO 2x14 CU

MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CABLE ENCAUCHETADO 2X14 COBRE	ML	1	6.400	6.400
SUBTOTAL MATERIALES				**$ 6.400**
MANO DE OBRA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
LINIERO (1)	HORA	1,00	5.000	$ 5.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
SYSO o SG/SST	HORA	1,00	5.417	$ 5.417
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	1,00	3.750	$ 3.750
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$ 19.583**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
VEHICULO CAMIONETA	HORA	1,00	8.333	$ 8.333
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$ 8.333**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$ -
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$ 20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$ 20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 54.317**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$ 2.716
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$ 2.716
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$ 10.863
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$ 1.086

COSTOS FINANCIEROS MES	1%		$	760
TOTAL RED ENCAUCHETADO 2x14 CU			**$**	**72.458**

REGISTRO EXCLUSIVO PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PUBLICO					
MATERIALES	**UN**	**CANT**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
REGISTRO 40x40x50 DE FONDO	UND	1	320.000		320.000
SUBTOTAL MATERIALES				**$**	**320.000**
MANO DE OBRA MONTAJE Y DESMOTAJE	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
OFICIAL DE OBRA CIVIL	HORA	2,00	5.000	$	10.000
SUPERVISOR O CAPATAZ (1)	HORA	2,00	5.417	$	10.833
SYSO o SG/SST	HORA	2,00	5.417	$	10.833
AYUDANTE OPERADOR PINTURA	HORA	2,00	3.750	$	7.500
SUBTOTAL MANO DE OBRA				**$**	**39.167**
TRANSPORTE EN SITIO	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
VEHICULO CAMIONETA	HORA	2,00	8.333	$	16.667
SUBTOTAL TRANSPORTE EN SITIO				**$**	**16.667**
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	**UN**	**REND**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**	
CANASTA HIDRAULICA	HORA	0,00	0	$	-
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD VARIOS	HORA	1,00	20.000	$	20.000
SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				**$**	**20.000**
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**$**	**395.833**
COSTOS TRANSPORTE A MUNICIPIO DE LOS ELEMENTOS	5%			$	19.792
COSTOS DE INGENIERIA	5%			$	19.792
COSTOS ADMON DE LA OBRA	20%			$	79.167
COSTOS INSPECTORES DE OBRA	2%			$	7.917
COSTOS FINANCIEROS MES	1%			$	5.542
TOTAL REGISTRO EXCLUSIVO PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PUBLICO				**$**	**528.042**

Tabla N°29. Valorización Unidades Constructivas (UCAP)

5.5 ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CAOM)

Esta actividad comprende los componentes **económicos, técnicos y administrativos** inherentes a la **prestación del servicio de Alumbrado Público**, ya que está directamente relacionada con su **operación, mantenimiento y administración**. En este contexto, se hace referencia a la ejecución del servicio de manera **continua e ininterrumpida**, mediante la implementación de acciones operativas y administrativas que incluyen los **mantenimientos preventivos y correctivos**, garantizando así su **funcionamiento eficiente, calidad y sostenibilidad en el tiempo**.

En el marco del nuevo proyecto orientado a la **modernización del sistema de Alumbrado Público con tecnología LED**, es necesario considerar la **relación actual de las Unidades Constructivas (UCAP)** que forman parte del sistema, así como sus respectivos **costos actualizados a precios de mercado**. Esta información es fundamental para respaldar técnicamente la planificación y ejecución adecuada de las actividades operativas y administrativas del servicio.

A continuación, se presenta dicha relación de UCAP con sus valores de referencia:

Tabla N° 30.

PRESUPUESTO INICIAL SIN MODERNIZACION UNIDADES CONSTRUCTIVAS ACTUALMENTE INSTALADAS (UCAP ACTUALES SIN MODERNIZAR Y SIN EXPANSIONES)				
DESCRIPCION	**VALOR UNITARIO**	**CANT**	**VALOR INFRAESTRUCTURA**	**REMUNERACIÓN AOM**
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA SODIO 70W	$ 1.325.565	367	$ 486.482.235	$ 38.918.579
LUMINARIA SODIO 150W	$ 1.432.285	173	$ 247.785.248	$ 19.822.820
LUMINARIA SODIO 250W	$ 1.592.365	98	$ 156.051.738	$ 12.484.139
LUMINARIA SODIO 400W	$ 1.632.385	1	$ 1.632.385	$ 130.591
LUMINARIA MERCURIO 125/150W	$ 1.432.285	24	$ 34.374.832	$ 2.749.987
LUMINARIA MERCURIO 250W	$ 1.592.365	11	$ 17.516.011	$ 1.401.281
LUMINARIA MH 400W	$ 1.632.385	14	$ 22.853.385	$ 1.828.271
LUMINARIA MH 1000W	$ 4.500.485	3	$ 13.501.454	$ 1.080.116
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	9	$ 14.912.372	$ 1.192.990
LUMINARIA LED 45-90W	$ 2.073.138	1	$ 2.073.138	$ 165.851
LUMINARIA LED 95-110W	$ 4.500.485	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL LUMINARIAS		**701**	**$ 997.182.800**	**$ 79.774.624**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1.197.821	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0**	**$ 0**
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				
Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0**	**$ 0**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.221	0	$ 0	$ 0
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.821	0	$ 0	$ 0
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.421	0	$ 0	$ 0

Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.921	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
DUCTOS SUBTERRANEOS				
Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.599	0	$ 0	$ 0
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458	0	$ 0	$ 0,0
Redes en Aluminio N° 6	$ 135.557	0	$ 0	$ 0,0
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 0**	**$ 0**
REGISTROS				
Registros	$ 528.042	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 0**	**$ 0**
T0TAL			**$ 997.182.800**	**$ 79.774.624**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 997.182.800**
CRTAn			**4,0%**	**$ 0**
CRTAl			**8,0%**	**$ 997.182.800**
Remuneración Anual OyM				**$ 79.774.624**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 3.988.731**
Remuneración total Anual OyM				**$ 83.763.355**
Remuneración Mensual OyM				**$ 6.980.280**

Tabla N°30. Valorización actual de las Unidades Constructivas y Costo CAOM

La actividad de **Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM)** del Alumbrado Público, además de ser esencial para garantizar la **continuidad, calidad y eficiencia del servicio**, cuenta con una valorización estimada en el orden de **NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE MILLONES CIENTO OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS PESOS M/CTE** ($ 997.182.800)

De acuerdo con esta valorización, la **remuneración mensual a la que tiene derecho el prestador del servicio** por concepto de CAOM asciende A **SEIS MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA MIL DOSCIENTOS OCHENTA PESOS M/CTE** ($ 6.980.280), lo que representa aproximadamente el **0,70% del valor total del sistema**.

Este valor mensual permite cubrir las actividades inherentes a la gestión operativa y administrativa del servicio, incluyendo el mantenimiento preventivo y correctivo, la atención de fallas, el monitoreo de funcionamiento, la gestión de inventario y demás acciones necesarias para garantizar su correcto desempeño y sostenibilidad en el tiempo aplicando lo relacionado en la Resolución CREG 101-013 de 2022

5.6 MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED

Para llevar a cabo la **modernización integral del sistema actual de Alumbrado Público** en el municipio de **SAN RAFAEL**, se hace necesario realizar una **cuantificación y valoración detallada de los activos** que intervienen en la prestación del servicio, entre los cuales se destacan las **Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP)**, especialmente las correspondientes a **luminarias con tecnología LED**.

Esta actividad resulta fundamental, ya que permite establecer con precisión el **valor total requerido para efectuar las inversiones necesarias**, orientadas a la **repotenciación del sistema existente** mediante el reemplazo de la tecnología convencional por luminarias LED, lo que garantizará un servicio más eficiente, sostenible y con menor demanda energética.

Se recomienda que las luminarias a instalar cuenten con una **vida útil mínima de entre 10 y 15 años**, y que además incluyan una **garantía de funcionamiento no menor a 8 años**, a fin de asegurar su desempeño en el tiempo y reducir los costos de mantenimiento.

A continuación, se presenta la **relación de valores estimados de las UCAP** requeridas para la modernización del servicio de Alumbrado Público con tecnología LED en el municipio:

Tabla N° 31.
Presupuesto solo modernización (UCAP modernización)

PRESUPUESTO SOLO MODERNIZACION ALUMBRADO PUBLICO UCAP MODERNIZACION				
DESCRIPCION	**VALOR UNITARIO**	**CANT**	**VALOR INFRAESTRUCTURA**	**REMUNERACIÓN AOM**
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	573	$ 949.421.047	$ 75.953.684
LUMINARIA LED 45-90W	$ 2.073.138	128	$ 265.361.699	$ 21.228.936
LUMINARIA LED 95-110W	$ 2.450.660	0	$ 0	$ 0
DECORATIVA ESPECIAL LED 50-90W	$ 3.094.982	0		
REFLECTORES LED 150-300W	$ 4.500.485	0		
SUBTOTAL LUMINARIAS		**701**	**$ 1.214.782.746**	**$ 97.182.620**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1.197.821	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0**	0
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				
Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0**	**$ 0**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.221	0	$ 0	$ 0
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.821	0	$ 0	$ 0
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.421	0	$ 0	$ 0
Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.921	0		
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
DUCTOS SUBTERRANEOS				

Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.599	0	$ 0	$ 0
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400		$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458		$ 0	$ 0
Redes en Aluminio N° 6	$ 135.557		$ 0	$ 0
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 0**	**$ 0**
REGISTROS				
Registros	$ 528.042	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 0**	**$ 0**
T0TAL			**$ 1.214.782.746**	**$ 97.182.620**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 1.214.782.746**
CRTAn			**4,0%**	**$ 0**
CRTAl			**8,0%**	**$ 1.214.782.746**
Remuneración Anual OyM				**$ 97.182.620**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 4.859.131**
Remuneración total Anual OyM				**$ 102.041.751**
Remuneración Mensual OyM				**$ 8.503.479**
Remuneración Anual por Inversión (Tasa de retorno)			**12,09%**	**$ 182.423.306**
CRi				**$ 0**
CRI				**$ 1.354.949.985**
Ajuste por eficacia lumínica			**`(145/130)**	**1,12**
Remuneración Mensual CINV MODERNIZACIÓN				**$ 14.419.390**

Tabla N°31. Valorización Unidades Constructivas y Costo CINV Modernización.

Como resultado del estudio técnico y económico realizado para la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de **SAN RAFAEL**, se ha determinado el **Costo de Inversión por Modernización,** necesario para reemplazar la totalidad de las luminarias convencionales por tecnología LED. Esta modernización busca mejorar la eficiencia energética, reducir costos operativos y ofrecer un servicio más sostenible y seguro para la comunidad.

De acuerdo con lo establecido por la **Resolución CREG 123 de 2011, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022,** , el CINV corresponde al valor de los activos instalados que no han sido previamente remunerados dentro del esquema tarifario del servicio de alumbrado público. En este caso, el **valor total de la inversión** requerida para la actualización tecnológica asciende a **MIL DOSCIENTOS CATORCE MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS M/CTE ($1.214.782.746)**, monto que incluye equipos, materiales, instalación, adecuaciones eléctricas y demás costos asociados a la implementación del nuevo sistema.

Conforme a la **Resolución CREG 215 de 2021**, que fija los parámetros de remuneración para este tipo de inversiones, se reconoce al prestador del servicio una **tasa de retorno del 12,09% anual** sobre el valor de la inversión. Aplicando esta tasa, se calcula que el **valor mensual de remuneración por concepto de CINV**

MODERNIZACION es **de CATORCE MILLONES CUATROCIENTOS DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS NOVENTA PESOS M/CTE** (**$14.419.390)**. La tasa de retorno del **12,09% anual** para la actividad de distribución de energía eléctrica, establecida en la Resolución CREG 215 de 2021, también se aplica al servicio de alumbrado público. Esto se establece en el **Artículo 27 de la Resolución CREG 101 013 de 2022**, donde se indica que la tasa de retorno para la definición de los ingresos de alumbrado público será la aprobada para la actividad de distribución de energía eléctrica vigente, y se actualizará cada vez que la CREG la modifique.

Esta remuneración mensual garantiza que el prestador pueda recuperar su inversión de manera gradual y justa, incentivando al mismo tiempo la renovación tecnológica y el mejoramiento continuo del alumbrado público, bajo el marco regulatorio vigente y con criterios de eficiencia y sostenibilidad.

5.7 EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED

En el **Capítulo 2** se definió la **EXPANSIÓN** como "la extensión de nuevos activos de alumbrado público por el desarrollo vial o urbanístico del municipio o distrito, o por el redimensionamiento del sistema existente". Con base en esta definición, la **actividad de expansión** comprende todas aquellas obras de alumbrado público que acompañan el crecimiento urbano y vial del municipio. Estas zonas, al carecer de infraestructura instalada para el funcionamiento del sistema de iluminación, requieren la incorporación de **nuevas Unidades Constructivas (UCAP)**, tales como postes, redes (aéreas o subterráneas), luminarias LED, transformadores y/o medidores, según las particularidades de cada proyecto. Durante el estudio, se identificaron varios sectores del municipio de **SAN RAFAEL** que demandan nuevas obras de iluminación, entre los cuales se destacan:

Tabla N° 32
Expansiones Generales

EXPANSIONES EN GENERAL	LED		POSTES		
	35/40 W	**50/90 W**	4/5m	6m/1b	8m/1b
Expansiones Postes sin Luminarias Casco Urbano	200		0	0	0
Expansiones Postes sin luminarias Centros Poblados	150		0	0	0
Iluminación de vías: Salida a El Bizcocho (1,5km) 8m/1bz - 70wRled	0	60	0	0	60
Iluminacion de vías: Salida a San Carlos (1km) 8m/1bz - 70wRled	0	40	0	0	40
Iluminacion de vías: Salida a El Totumo (1km) 6m/1bz	50			50	0
Iluminacion de vías: Salida a Las Antenas La Ventana (1km) 6m/1bz	50			50	0
Iluminacion de vías: Salida a Arenales - Turistico (1km) 6m/1bz	50			50	0
TOTAL	500	100	0	150	100

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL

Tabla N°33
Expansiones espacios de libre circulación

PARQUES (EXPANSION Y MODERNIZACION)	LED DECORATIVA	POSTES (Metros)	
		4/5 m	*6m*
Decorativa Led en Parque La Madre	12	12	0
Decorativa Led Parque Mi Rio	30	30	0
Decorativa Led Parque lineal	30	30	0
Decorativa Led Parque Principal	20	20	0
Decorativa Led Parque Infantil	6	6	0
TOTAL	**98**	**98**	**0**

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL|

Estas áreas representan zonas prioritarias para la expansión del alumbrado público, tanto por seguridad ciudadana como por integración urbanística, turística y funcional.

A continuación, se describen las **UCAP necesarias** para la ejecución de las expansiones identificadas en el municipio de **SAN RAFAEL**. Estas unidades incluyen elementos como luminarias LED, postes, redes eléctricas, transformadores, ductos y otros componentes que hacen posible el funcionamiento adecuado y sostenible del sistema de alumbrado público en las nuevas áreas intervenidas:

Tabla N° 34
Presupuesto solo expansiones

PRESUPUESTO SOLO EXPANCIONES ALUMBRADO PUBLICO UCAP EXPANSIONES				
DESCRIPCION	**VALOR UNITARIO**	**CANT**	**VALOR INFRAESTRUCTURA**	**REMUNERACIÓN AOM**
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	500	$ 828.465.137	$ 66.277.211
LUMINARIA LED 50-90W	$ 2.073.138	100	$ 207.313.827	$ 16.585.106
DECORATIVA LED 60-90W	$ 3.094.982	98	$ 303.308.263	$ 24.264.661
SUBTOTAL LUMINARIAS		**698**	**$ 1.339.087.227**	**$ 107.126.978**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1.197.821	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0**	**$ 0**
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				
Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0**	**$ 0**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.221	98	$ 195.825.642	$ 7.833.026
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.821	150	$ 379.773.125	$ 15.190.925
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.421	100	$ 306.542.083	$ 12.261.683
Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.921	0		

SUBTOTAL POSTES			**$ 882.140.850**	**$ 35.285.634**
DUCTOS SUBTERRANEOS				
Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.599	4408	$ 381.727.657	$ 15.269.106
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 381.727.657**	**$ 15.269.106**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458	13920	$ 1.008.621.392	$ 40.344.856
Redes en Aluminio N° 6	$ 135.557		$ 0	$ 0
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 1.008.621.392**	**$ 40.344.856**
REGISTROS EXCLUSIVOS PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PUBLICO				
Registros	$ 528.042	348	$ 183.758.500	$ 7.350.340
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 183.758.500**	**$ 7.350.340**
T0TAL			**$ 3.795.335.626**	**$ 205.376.914**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 3.795.335.626**
CRTAn			**4,0%**	**$ 2.456.248.399**
CRTAl			**8,0%**	**$ 1.339.087.227**
Remuneración Anual OyM				**$ 205.376.914**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 10.268.846**
Remuneración total Anual OyM				**$ 215.645.760**
Remuneración Mensual OyM				**$ 17.970.480**
Remuneración Anual por Inversión (Tasa de retorno)			**12,09%**	**$ 531.786.352**
CRi				**$ 2.456.248.399**
CRl				**$ 1.493.597.291**
Ajuste por eficacia lumínica			**`(145/130)**	**1,12**
Remuneración Mensual CINV EXPANSIÓN				**$ 42.034.292**

Tabla N°34. Valorización Unidades Constructivas y Costo CINV Expansiones.

Una vez completado el análisis técnico y económico, así como el cálculo detallado de los costos totales necesarios para la ejecución de nuevas obras de iluminación correspondientes a la expansión del sistema de alumbrado público con tecnología LED en el municipio de SAN RAFAEL, se determina el valor de la inversión asociada a la **Costo de Inversión**, conforme a lo dispuesto por la **Resolución CREG 123 de 2011, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022**. Esta expansión busca atender áreas actualmente oscuras dentro del casco urbano, así como sectores estratégicos del municipio que requieren cobertura de iluminación.

El valor total estimado para la ejecución de estas obras asciende a **TRES MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTISÉIS PESOS M/CTE. ($3.795.335.626)**, incluyendo todos los elementos constructivos necesarios como luminarias LED, redes eléctricas, postes, transformadores y demás componentes asociados a la expansión del sistema. En cumplimiento de lo establecido en la **Resolución CREG 215 de 2021**, el prestador del servicio tiene derecho a una remuneración basada en una tasa de retorno del **12,09 % anual** sobre la inversión efectuada. A partir de esta tasa, se ha determinado que el valor mensual de remuneración por concepto de CINV EXPANSIONES

corresponde a **CUARENTA Y DOS MILLONES TREINTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS M/CTE ($42.034.292).** Este esquema de remuneración garantiza la sostenibilidad financiera de las inversiones realizadas, permitiendo al prestador recuperar gradualmente los recursos destinados a la expansión, al tiempo que se fortalece la cobertura y calidad del servicio en zonas con necesidades de intervención prioritaria.

5.8 CENSO Y CARGA FINAL UNA VEZ MODERNIZADO Y EXPANDIDO EL SERVICIO INCLUYENDO LAS OBRAS EXCLUSIVAS DE ILUMINACION

Una vez finalizadas las obras correspondientes tanto a la **modernización** como a las **expansiones** del sistema de alumbrado público, que comprendieron la implementación de tecnología **LED** y la instalación de nueva infraestructura en sectores urbanos y viales del municipio de **SAN RAFAEL**, se obtiene un **registro o censo consolidado** de luminarias instaladas. Este censo integra tanto las luminarias reemplazadas dentro del sistema existente como aquellas nuevas que fueron instaladas en áreas intervenidas mediante procesos de expansión.

El censo incluye información detallada sobre el número total de luminarias LED instaladas, sus características técnicas, niveles de potencia, configuración, ubicación, la carga eléctrica total asociada y la estimación del consumo mensual de energía. Esta información resulta fundamental para la planificación operativa, la estructuración tarifaria, el control del consumo y la gestión técnica del servicio de alumbrado público en el municipio.

Tabla N° 35.
Consolidado total en tecnología led después de las obras de modernización y expansión

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

CONSOLIDADO TOTAL EN TECNOLOGIA LED
DESPUES DE LAS OBRAS DE MODERNIZACION Y EXPANSION

TECNOLOGIA	POTENCIA	Pérdida en la	CANTIDAD	Potencia
		Reactancia	DE	Kw
	(Watt)	(Watt)	LUMINARIAS	
LED	35-40	0	1073	42,92
	70-90	0	228	20,52
	DECORATIVA 60-90	0	98	8,82
SODIO	70	11	0	
	150	19	0	
	250	29	0	
	150	11	0	
METAL HALIDE	400	58	0	
1399				72,26
Total Luminarias				**1399**
Potencia Total (w)				72

Potencia Total (w) - Incluyéndose la reactancia -	
Consumo mensual por pérdidas (Kw-mes)	0
Porcentaje de incremento que representa las pérdidas	
Consumo mensual total (incluidas las pérdidas) (Kw/mes)	26.014
Consumo total de semáforos (62*100*24*30/1000) (KW/MES)	0
Consumo total mensual Incluyendo Semáforos.(KW/MES)	26.014
VALOR ESTIMADO A PAGAR POR ENERGIA A $949/KWH	**24.686.906**

Tabla N° 35. Censo final, carga instalada final y energía total estimada a pagar

A partir de la Tabla N° 35, se presenta un resumen consolidado del sistema de alumbrado público luego de la ejecución completa de las obras de modernización y expansión, reflejando la transformación hacia un sistema más eficiente basado en tecnología LED. Los datos evidencian lo siguiente:

- Censo total de luminarias instaladas: 1.399 unidades
- Potencia total instalada: 72,26 kW
- Consumo promedio mensual de energía: 26.014 kWh
- Valor mensual estimado a pagar por consumo: $24.686.906

El número total de luminarias aumentó de 701 a 1.399, lo que representa un incremento aproximado del **99,5%**. Sin embargo, gracias a la eficiencia energética de la tecnología LED, el consumo de energía se redujo en **31,7%**, permitiendo duplicar la cobertura sin aumentar significativamente el gasto en electricidad. Este resultado evidencia una operación mucho más eficiente, sostenible y económicamente favorable para el municipio.

Tabla N° 36.
Comparativo de Consumo y Costos: Sistema Anterior vs. Sistema LED Actual

TECNOLOGIA	CANTIDAD DE LUMINARIAS	POTENCIA INSTALADA	CONSUMO DE ENERGIA	$KWh/MES	VALOR A PAGAR
SODIO Y OTROS	701	105.873	38.114	949	**$36.170.452**
LED	1399	72,26	26.014	949	**$24.686.906**

Tabla N° 36. Tabla comparativa en consumo y costo de energía antes en Sodio y después total modernizada y expandida en LED

La **Tabla N° 36** muestra claramente que, a pesar del incremento en el número de luminarias, la transición tecnológica permite reducir tanto la potencia instalada como el consumo de energía y, en consecuencia, el **costo mensual del servicio**. Este cambio representa un avance sustancial en términos de sostenibilidad, eficiencia energética y optimización del gasto público. Al comparar ambos escenarios, se observa que el costo mensual por consumo de energía se reduce en **ONCE MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS M/CTE** (**$11.483.546)**, pasando de ***$36.170.452*** (con tecnología de sodio y otras) a ***$24.686.906*** con tecnología LED. Esta diferencia mensual se traduce en un **ahorro monetario anual estimado de CIENTO TREINTA Y SIETE MILLONES OCHOCIENTOS DOS MIL**

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS M/CTE ($137.802.552), lo cual representa un beneficio económico significativo para el municipio, que podrá destinar esos recursos a otras necesidades prioritarias, al tiempo que mejora la cobertura y calidad del servicio de alumbrado público.

5.9 COSTO TOTAL DE UCAP POR MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Una vez finalizadas las obras correspondientes a las inversiones iniciales, que incluyen la modernización del sistema de alumbrado público, las expansiones asociadas al crecimiento urbano y vial, así como las obras exclusivas de iluminación requeridas en el municipio, se procede a la valorización de los activos propios (UCAP) involucrados. A continuación, se presenta el detalle de estos activos y su correspondiente valoración económica conforme a los lineamientos establecidos por la regulación vigente.

Tabla N° 37.
Activos totales del alumbrado público modernizado y expandido

PRESUPUESTO TOTAL ACTIVOS TOTALES DEL ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZADO Y EXPANDIDO EN TECNOLOGIA LED INCLUYENDO LAS OBRAS EXCLUSIVAS DE ILUMINACION				
DESCRIPCION	**VALOR UNITARIO**	**CANT**	**VALOR INFRAESTRUCTURA**	**REMUNERACIÓN AOM**
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	1073	$ 1.777.886.183	$ 142.230.895
LUMINARIA LED 70-90W	$ 2.073.138	228	$ 472.675.526	$ 37.814.042
DECORATIVA LED 60-90W	$ 3.094.982	98	$ 303.308.263	$ 24.264.661
SUBTOTAL LUMINARIAS		**1399**	**$ 2.553.869.972**	**$ 204.309.598**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1197820,833	0	$ 0,00	$ 0,00
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0,00**	**$ 0,00**
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				
Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734,23	0	$ 0,00	$ 0,00
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0,00**	**$ 0,00**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.220,83	98	$ 195.825.641,67	$ 7.833.025,67
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.820,83	150	$ 379.773.125,00	$ 15.190.925,00
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.420,83	100	$ 306.542.083	$ 12.261.683,33
Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.920,83	0	$ 0	$ 0,00
SUBTOTAL POSTES			**$ 882.140.850**	**$ 35.285.634**
DUCTOS				
Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.598,83	4408	$ 381.727.657	$ 15.269.106,29
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400,23	0	$ 0	$ 0,00

SUBTOTAL DUCTOS			**$ 381.727.657**	**$ 15.269.106**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458,43	13920	$ 1.008.621.392	$ 40.344.855,68
Red Aluminio subterranea N° 6	$ 135.556,63	0	$ 0	$ 0,00
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 1.008.621.392**	**$ 40.344.856**
REGISTROS EXCLUSIVOS PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PUBLICO				
Registros	$ 528.041,67	348	$ 183.758.500	$ 7.350.340,00
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 183.758.500**	**$ 7.350.340,00**
T0TAL			**$ 5.010.118.372**	**$ 302.559.533,76**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 5.010.118.371,73**
CRTAn			**4,0%**	**$ 2.456.248.399,33**
CRTAI			**8,0%**	**$ 2.553.869.972,39**
Remuneración Anual OyM				**$ 302.559.533,76**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 15.127.976,69**
Remuneración total Anual OyM				**$ 317.687.510,45**
Remuneración Mensual OyM				**$ 26.473.959,20**
Remuneración Anual por Inversión (Tasa de retorno)			**12,09%**	**$ 714.209.657,73**
CRi				**$ 2.456.248.399,33**
CRI				**$ 2.848.547.276,90**
Ajuste por eficacia lumínica			**`(145/130)**	**$ 1,12**
Remuneración Mensual OyM				**$ 56.453.681,86**

Tabla N° 37. UCAP totales después de modernizado y expandido el sistema actual.

Una vez finalizadas todas las iniciativas de modernización y expansión, que incluyen el reemplazo de las luminarias obsoletas de tecnología de sodio por tecnología LED, así como la ejecución de proyectos exclusivos de alumbrado público solicitados por el municipio de SAN RAFAEL, tales como la iluminación de la carretera hacia el centro poblado, La Ventana, Arenales, la entrada del municipio desde Guatapé y hacia San Carlos, y la iluminación de los parques Mi Río, La Madre, el parque principal municipal y el parque lineal, se procede a la valoración de los activos del alumbrado público. Este proceso se ajusta a los lineamientos establecidos en la Resolución CREG 123 de 2011, Resolución derogada por el artículo 45 de la Resolución 101-13 de 2022.

La valorización total de los activos del alumbrado público modernizado y expandido alcanza la suma de **CINCO MIL DIEZ MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS M/CTE**. **($5.010.118.372**). La remuneración anual que corresponde al prestador del servicio es del **12,09%** sobre el valor total de los activos, para la Operación y Mantenimiento del nuevo sistema es de **SETECIENTOS CATORCE MILLONES DOSCIENTOS NUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS M/CTE ($714.209.657,73)**. Asimismo, el valor de la remuneración mensual por concepto de Operación y Mantenimiento para el sistema modernizado y expandido es de **CINCUENTA Y SEIS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS M/CTE ($ 56.453.681,86)** lo que refleja el valor mensual a pagar por el servicio de alumbrado público modernizado y expandido.

5.10 INTERVENTORIA

La Ley 1474 de 2011, en su Artículo 83, establece que las entidades públicas deben vigilar permanentemente la correcta ejecución de los contratos, con el fin de proteger la moralidad administrativa y prevenir actos de corrupción, asegurando la transparencia de la actividad contractual. Según este marco normativo, la **supervisión** y la **interventoría** son herramientas claves en la gestión de los contratos. La supervisión es realizada por la entidad estatal sin necesidad de conocimientos especializados, mientras que la interventoría se encarga del seguimiento técnico realizado por una persona natural o jurídica contratada, cuando el contrato es complejo y requiere conocimiento especializado.

En relación con el **Servicio de Alumbrado Público**, el **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)**, en su Sección 740, define que todos los municipios deben contratar una interventoría para el servicio de alumbrado público, que tenga un alcance técnico, operativo y administrativo. Esta interventoría debe cumplir con las disposiciones del Reglamento Técnico y de la ley para la selección de contratistas. Además, es posible realizar un contrato de interventoría que atienda varios municipios de una misma región, distribuyendo proporcionalmente los costos de acuerdo con la cantidad de puntos luminosos en cada municipio.

El contrato de interventoría debe estar alineado con los principios de economía, transparencia y responsabilidad establecidos en la Ley de Contratación Pública, y debe contemplar indicadores de gestión, incluyendo el seguimiento al cumplimiento de estos. Las obligaciones principales de la interventoría para el servicio de alumbrado público son las siguientes:

- **Supervisar la actualización del Sistema de Información Georreferenciado** de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio, asegurando la correcta información sobre adiciones, sustituciones, retiradas, o modificaciones en la infraestructura.
- **Auditar la calidad de la información** en la base de datos, siguiendo normas internacionales como la **NTC ISO 2859** para planes de muestreo y actualización de registros.
- **Monitorear el estado de la infraestructura** de alumbrado mediante inspecciones tanto diurnas como nocturnas, garantizando el cubrimiento completo del municipio mensualmente.
- **Reportar las deficiencias encontradas**, como luminarias apagadas o problemas generales de infraestructura, para que el operador del servicio proceda a su corrección.
- **Revisar los reportes de quejas y reclamos**, verificar el cumplimiento de las solicitudes, y analizar las estadísticas sobre tiempos de respuesta e índices de cumplimiento de las quejas.
- **Hacer seguimiento a la correspondencia** relacionada con quejas, reclamos y solicitudes de expansión, apoyando al municipio en la preparación de respuestas.
- **Evaluar los requerimientos de expansiones del alumbrado público**, apoyando en la revisión de diseños, materiales utilizados y supervisando la actualización del inventario georreferenciado.
- **Inspeccionar las obras de expansión, repotenciación y remodelación**, verificando el cumplimiento de los diseños aprobados y las normas técnicas y constructivas correspondientes.
- **Verificar la aplicación del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)** y las disposiciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en todas las etapas del proyecto.
- **Identificar y medir deficiencias** en el alumbrado público mediante la medición de iluminancia o luminancia, y proponer soluciones soportadas técnicamente.
- **Apoyar al responsable del servicio de alumbrado público** en el trabajo conjunto de revisión de diseños de alumbrado y en la supervisión de la calidad del servicio.
- **Verificar el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad** aplicables, así como los requisitos del Código Nacional de Tránsito y las disposiciones municipales.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- **Apoyar en la evaluación y valoración del costo del servicio de alumbrado público**, basándose en la facturación emitida por el operador.
- **Elaborar informes mensuales** sobre la ejecución de las obligaciones del contrato de interventoría, incluyendo observaciones, conclusiones, recomendaciones y análisis de desempeño.
- **Entregar los datos recopilados y los programas fuente** al municipio dos meses antes de la finalización del contrato, conforme a las disposiciones de manejo de archivos del municipio.

La remuneración por la intervención en el servicio de alumbrado público se financiará con los ingresos obtenidos del **impuesto sobre el alumbrado público**. Para el municipio de **SAN RAFAEL**, se recomienda asignar aproximadamente el **10% de los ingresos** del impuesto sobre el alumbrado público para cubrir los costos de la interventoría, lo cual debe ser suficiente para cubrir (Tabla N°38) los gastos asociados con la adecuada ejecución de la interventoría en el municipio.

Tabla N°38
Gastos ejecución
Tabla desglosada ajustada

Concepto	Valor
Director de Interventoría	$5.198.750
Técnico Electricista	$2.599.375
Secretaría	$1.975.525
Papelería	$519.875
Viáticos	$2.122.787
Alquiler de moto / transporte nocturno	$2.122.787
Total	**$14.546.485**

Tabla N°38. Gastos ejecución Interventoría

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 6
ESPECIFICACIONES TECNICAS

6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA LA MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO.

Para este estudio, se recomienda que las luminarias seleccionadas cumplan con las siguientes especificaciones técnicas detalladas para asegurar un servicio de calidad y continuidad a lo largo del tiempo, con costos de mantenimiento mínimos durante toda la vida del proyecto:

1) Los requisitos de marcación de acuerdo con lo estipulado en la siguiente tabla:

Tabla N°39

Ítem	Parámetro	Cuerpo del producto	Empaque	Ficha técnica
1	Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante y/o importador	x	x	x
2	Modelo o referencia.	-	X	X
3	Tipo de producto: (Luminarias de alumbrado público).	-	-	X
4	Tipo de socket o porta bombillas del producto (para aquellos productos con fuente luminosa reemplazable).	X	x	x
5	Corriente nominal. (A)	-	-	X
6	Tensión(es) de operación. (V)	x	x	x
7	Frecuencia (Apta para uso en redes de 60 Hz). (Hz)	-	-	X
8	Potencia nominal (W). (Especificar la información de la mayor potencia de las bombillas a usarse con el producto. (W))	x	x	x
9	Factor de potencia	-	-	X
10	THDi.	-	-	X

11	Diagrama de conexiones, indicando marcación de conductores para indicar fase, neutro y tierra, o marcación de borneras con el mismo objetivo informativo donde se indique a que conductor pertenece cada uno.	-	x	X
12	Atenuable o no atenuable	-	-	x
13	Clase de aislamiento eléctrico (Clase I o Clase II).	x	x	x
14	Registro fotográfico del producto.	-	-	X
15	Gráfico con dimensiones del producto (largo, ancho, altura).	-	-	X
16	Gráfico con dimensiones del sistema de fijación, indicando diámetro interno en el cual se acopla el brazo o poste. Especificar tipo de tornillo y herramientas a usar para la instalación, más la información adicional pertinente.	-	-	X
17	Fotometría, para esto se debe colocar información condensada del tipo de distribución fotométrica que posea la luminaria por ejemplo (número o código de la matriz de intensidad utilizada (ej: 09xxxx), o referencia del lente utilizado (ej: 99xxxx), o tipo de distribución fotométrica (ej: tipo i, II, II, etc.).	-	-	X
18	Eficacia luminosa en lúmenes por vatio (lm/W) del producto. (Esta información debe ser basada en el flujo luminoso suministrado por el producto completo y el consumo neto en vatios del producto incluyendo las pérdidas de los accesorios eléctricos para su funcionamiento, y no es válida la información de la fuente luminosa con la cual está equipada el producto. Estos parámetros deben	-	-	x

	ser medidos en laboratorio acreditado).			
19	Temperatura de color (K). (No aplica para productos LED RGB).	x	x	x
20	Flujo luminoso inicial. (lm). (Para el caso en que el producto pueda operar a diferentes corrientes, se debe especificar la potencia consumida y el flujo entregado para cada rango de corrientes).	-	x	X
21	Número de bombillas con las que cuenta el producto.	-	-	X
22	Vida útil (h)	-	x	X
23	indice de reproducción cromática. (CRI) (No aplica para productos LED RGB).	-	-	X
24	Especificar si requiere accesorios eléctricos o electrónicos para su normal funcionamiento	-	-	X
25	Especificar si el producto incluye fotocelda, si es así, indicar características de esta.	-	-	X
26	Características de driver o balasto o fuente luminosa donde se especifique la corriente o corrientes de funcionamiento, potencia o rango de potencias, factor de potencia y el flujo luminoso entregado para cada corriente de alimentación.	-	-	X
27	Grado de protección IP o clasificación NEMA	x	-	X
28	Grado de resistencia al impacto mecánico - IK	x	-	X
29	Material del refractor (cuando lo posea o del lente óptico o grupo de lentes).	-	-	X
30	Ta: Rango de temperatura ambiente de operación en °C.	-	-	X

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

31	Indicar el valor de Flujo Hemisférico Superior (FHS) en porcentaje referido al flujo luminoso total emitido por la luminaria.	-	-	X
32	Instrucciones del sistema de reglaje (cuando el producto cuente con reglaje).	-	-	X
33	Corriente de alimentación del driver (mA o A).	-	-	X
34	Fecha de fabricación (MM/AAAA) o número de lote.	x	-	-
35	Marcación que indique conexión de terminales de fase, neutro y tierra.	x	-	-

Convenciones

X => Requerido

- => No requerido, opcional

Notas El marcado en el cuerpo del producto debe ser legible e indeleble. Si es necesario para una adecuada identificación, se puede agregar información adicional sobre el cuerpo del producto.

Tabla N° 39 Requisitos generales de marcación para la categoría - Productos de iluminación para alumbrado público. (Elaboración Propia) (*Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros*, n.d.)

2) 373Eficacia 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).

3) Las luminarias de alumbrado público deben tener un índice de reproducción cromática (CRI) mínimo de 70.

4) 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.

5) THDi menor o igual al 20 % cuando los productos sean equipados con tecnología LED.

6) Factor de potencia debe ser mayor o igual a 0,9.

7) 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.

8) El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X para bloque óptico y eléctrico.

9) Las luminarias de alumbrado público deben contar como mínimo con grado de resistencia al impacto mecánico de IK 08 o 5 Joules.

10) Las luminarias de alumbrado público deben ser Clase de aislamiento eléctrico I o II.

11) 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.

12) 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.

13) 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.

14) Revestimiento anodizado de los reflectores, para luminarias de alumbrado público. (Espesor mínimo de 5 micras en las superficies lisas y planas).

15) 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: -10º, -5º, 0º, 5º, 10º.

16) 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.

17) 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.

6.2 ENSAYOS MÍNIMOS REQUERIDOS DE LA CATEGORÍA – PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Para los productos de la categoría productos de iluminación para alumbrado público se deben realizar como mínimo los siguientes ensayos (*Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros*, n.d.):

Tabla N°40

Ítem	Ensayo	Norma Técnica (seleccionar una y aplicar solo el ensayo relacionado)	Observaciones
1	Medición de características eléctricas.	IES LM-79, IEC 60598-1, UL 1598	Tensión, corriente, potencia, factor de potencia, THDI%
2	Protección contra choque eléctrico.	IEC 60598-1, UL 1598	

3	Resistencia al impacto mecánico - IK.	IEC 62262, IEC 60068-2-75, UL 1598	
4	Ensayo de carga estática	IEC 60598-2-3	
5	Grado de protección IP o clasificación NEMA	clasificación NEMA IEC 60529, IEC 60598-1, UL 1598, NEMA 250	
6	Ensayo de temperatura (Para operación normal y anormal)	IEC 60598-1, UL 1598	Aplican ambos ensayos: -Para operación normal, y -Para operación bajo condiciones anormales
7	Protección Ultravioleta	ASTM G154 y UL 746C	(Para partes exteriores plásticas, refractores fabricados en plástico, PC, polímeros o lentes en el mismo material). Para refractores y ópticas ciclo 1 por 240 horas sin pérdida de transmitancia mayor al 20 % y amarillamiento menor al 5 %. Para carcasas ciclo 1 por 600 horas
8	Resistencia de aislamiento	IEC 60598-1, UL 1598	
9	Rigidez dieléctrica	IEC 60598-1, UL 1598	
10	Vibración para luminarias.	IEC 60598-1, UL 1598, ANSI C136.31	
11	Adherencia de la pintura	ASTM D3359	
12	Ensayo de hilo incandescente.	UL 1598, IEC 60695	(Para partes no metálicas)
13	Ensayo de aguja	IEC 60598-1, UL 1598, IEC 60695 según origen	(Para partes no metálicas).
14	Verificación del rotulado o prueba de marcación	IEC 60598-1, UL 1598, IEC 60968, IEC 62560, IEC 61167	

15	Resistencia a la corrosión (Cámara de ambiente salino).	ASTM B117	Prueba de cámara salina, mínimo 1000 horas.
16	Ensayo de fragmentación.	IEC 60598-2-3, UL 1598	Para luminarias con refractores de vidrio.
17	Vida útil.	Reporte TM-21	No aplica para luminarias para iluminación de emergencia). Usar los reportes de LM-80 y temperatura in situ para el cálculo de la vida útil. Entiéndase el ensayo de vida útil para la fuente luminosa, no para la luminaria. Tiempo mínimo de prueba 6000 horas. Método (IES LM-80) Extrapolación (IES TM-21)
18	Flujo luminoso inicial (lm).	CIE S 025, IES LM-78, IES LM-79	-
19	Temperatura de color.	CIE S 025, IES LM-79	-
20	Índice de reproducción cromática (CRI).	IES LM-79	-
21	Fotometría.	IES LM-79, IES LM-78, EN 13032	(De acuerdo con el Artículo 2.2.3.)
22	Dimensionamiento de conductores de alimentación.	IEC 60598 –1, UL 1598, UL 2556	
23	Ensayo de suspensión, fijación y dispositivos de ajuste	IEC 60598-1, UL1598	
24	Medición de la potencia en modo de espera	ANSI C82.18, IEC 63103	(Solo aplica para productos que cuenten con funciones integradas adicionales a las de iluminación, por ejemplo: comunicaciones, control, domótica, dimerización, IOT, reporte de datos de

			energía u otros servicios).

Tabla N° 40 Ensayos mínimos requeridos de la categoría–Productos de iluminación para alumbrado público. (Elaboracion Propia)(prospektadigital, n.d.)

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 7
FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LA PRESTACIÓN Y MODERNIZACION DEL SERVICIO

Las principales fuentes de financiamiento más utilizadas para el servicio de Alumbrado Público, y especialmente para su modernización, son el Impuesto de Alumbrado Público Municipal, los empréstitos y los recursos propios.

7.1 POR LA REALIZACION DE CREDITOS A ENTIDADES FINANCIERAS

Una de las alternativas para financiar la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de SAN RAFAEL, que implica el reemplazo de luminarias obsoletas de sodio por tecnología LED y la repotenciación de la carga instalada, es la **realización de créditos con entidades financieras** o con organismos que financien proyectos de infraestructura a nivel territorial. Este mecanismo permite acceder a recursos de manera inmediata para cubrir la inversión inicial del proyecto, lo que puede ser beneficioso si se requiere una intervención urgente o si no existen fuentes suficientes de financiación directa.

En muchos casos, los créditos pueden gestionarse con períodos de gracia, tasas preferenciales o esquemas de pago flexibles, especialmente cuando se trata de proyectos con impacto ambiental positivo o de eficiencia energética. Sin embargo, esta alternativa implica una **serie de compromisos financieros importantes** para el municipio. Al tratarse de deuda pública, conlleva la obligación de devolver el capital prestado junto con los intereses pactados, lo que puede representar una **carga fiscal significativa a mediano y largo plazo**. Los pagos periódicos por concepto de amortización e intereses deberán asumirse con cargo a los ingresos corrientes del municipio, reduciendo su margen de maniobra presupuestal para atender otras prioridades.
En el caso puntual de SAN RAFAEL, se ha simulado un crédito por valor de $5.010.118.372, con un plazo de 10 años y una tasa de interés anual del 9,3%. Al finalizar el periodo**, el municipio habrá pagado un total de $7.713.882.418, lo que representa un sobrecosto de $2.703.764.046. por concepto de intereses**. Este valor adicional equivale al 54% del valor inicialmente prestado y representa un deterioro patrimonial significativo, especialmente considerando que existen otras fuentes de financiación disponibles —como el impuesto de alumbrado público— que no implican endeudamiento ni pago de intereses, como se ilustra en el ejercicio a continuación:



Valores del préstamo	
Importe del préstamo	5.010.118.372
Tasa de interés anual	9,30%
del préstamo en años	10
de inicio del préstamo	13/08/2025

Resumen del préstamo	
Pago mensual	64.282.353,49
Número de pagos	120
mporte total de los intereses	2.703.764.046,91
Coste total del préstamo	7.713.882.418,64

N.° de pago	Fecha de pago	Saldo inicial	Pago	Capital	Intereses	Saldo final

1	13/09/2025	5.010.118.371,73	64.282.353,49	25.453.936,11	38.828.417,38	4.984.664.435,62
2	13/10/2025	4.984.664.435,62	64.282.353,49	25.651.204,11	38.631.149,38	4.959.013.231,51
3	13/11/2025	4.959.013.231,51	64.282.353,49	25.850.000,94	38.432.352,54	4.933.163.230,56
4	13/12/2025	4.933.163.230,56	64.282.353,49	26.050.338,45	38.232.015,04	4.907.112.892,11
5	13/01/2026	4.907.112.892,11	64.282.353,49	26.252.228,57	38.030.124,91	4.880.860.663,54
6	13/02/2026	4.880.860.663,54	64.282.353,49	26.455.683,35	37.826.670,14	4.854.404.980,19
7	13/03/2026	4.854.404.980,19	64.282.353,49	26.660.714,89	37.621.638,60	4.827.744.265,30
8	13/04/2026	4.827.744.265,30	64.282.353,49	26.867.335,43	37.415.018,06	4.800.876.929,86
9	13/05/2026	4.800.876.929,86	64.282.353,49	27.075.557,28	37.206.796,21	4.773.801.372,58
10	13/06/2026	4.773.801.372,58	64.282.353,49	27.285.392,85	36.996.960,64	4.746.515.979,73
11	13/07/2026	4.746.515.979,73	64.282.353,49	27.496.854,65	36.785.498,84	4.719.019.125,09
12	13/08/2026	4.719.019.125,09	64.282.353,49	27.709.955,27	36.572.398,22	4.691.309.169,82
13	13/09/2026	4.691.309.169,82	64.282.353,49	27.924.707,42	36.357.646,07	4.663.384.462,39
14	13/10/2026	4.663.384.462,39	64.282.353,49	28.141.123,91	36.141.229,58	4.635.243.338,49
15	13/11/2026	4.635.243.338,49	64.282.353,49	28.359.217,62	35.923.135,87	4.606.884.120,87
16	13/12/2026	4.606.884.120,87	64.282.353,49	28.579.001,55	35.703.351,94	4.578.305.119,32
17	13/01/2027	4.578.305.119,32	64.282.353,49	28.800.488,81	35.481.864,67	4.549.504.630,51
18	13/02/2027	4.549.504.630,51	64.282.353,49	29.023.692,60	35.258.660,89	4.520.480.937,91
19	13/03/2027	4.520.480.937,91	64.282.353,49	29.248.626,22	35.033.727,27	4.491.232.311,69
20	13/04/2027	4.491.232.311,69	64.282.353,49	29.475.303,07	34.807.050,42	4.461.757.008,61
21	13/05/2027	4.461.757.008,61	64.282.353,49	29.703.736,67	34.578.616,82	4.432.053.271,94
22	13/06/2027	4.432.053.271,94	64.282.353,49	29.933.940,63	34.348.412,86	4.402.119.331,31
23	13/07/2027	4.402.119.331,31	64.282.353,49	30.165.928,67	34.116.424,82	4.371.953.402,64
24	13/08/2027	4.371.953.402,64	64.282.353,49	30.399.714,62	33.882.638,87	4.341.553.688,02
25	13/09/2027	4.341.553.688,02	64.282.353,49	30.635.312,41	33.647.041,08	4.310.918.375,61
26	13/10/2027	4.310.918.375,61	64.282.353,49	30.872.736,08	33.409.617,41	4.280.045.639,54
27	13/11/2027	4.280.045.639,54	64.282.353,49	31.111.999,78	33.170.353,71	4.248.933.639,75
28	13/12/2027	4.248.933.639,75	64.282.353,49	31.353.117,78	32.929.235,71	4.217.580.521,97
29	13/01/2028	4.217.580.521,97	64.282.353,49	31.596.104,44	32.686.249,05	4.185.984.417,53
30	13/02/2028	4.185.984.417,53	64.282.353,49	31.840.974,25	32.441.379,24	4.154.143.443,28
31	13/03/2028	4.154.143.443,28	64.282.353,49	32.087.741,80	32.194.611,69	4.122.055.701,47
32	13/04/2028	4.122.055.701,47	64.282.353,49	32.336.421,80	31.945.931,69	4.089.719.279,67
33	13/05/2028	4.089.719.279,67	64.282.353,49	32.587.029,07	31.695.324,42	4.057.132.250,60
34	13/06/2028	4.057.132.250,60	64.282.353,49	32.839.578,55	31.442.774,94	4.024.292.672,05
35	13/07/2028	4.024.292.672,05	64.282.353,49	33.094.085,28	31.188.268,21	3.991.198.586,77
36	13/08/2028	3.991.198.586,77	64.282.353,49	33.350.564,44	30.931.789,05	3.957.848.022,33
37	13/09/2028	3.957.848.022,33	64.282.353,49	33.609.031,32	30.673.322,17	3.924.238.991,02
38	13/10/2028	3.924.238.991,02	64.282.353,49	33.869.501,31	30.412.852,18	3.890.369.489,71
39	13/11/2028	3.890.369.489,71	64.282.353,49	34.131.989,94	30.150.363,55	3.856.237.499,77
40	13/12/2028	3.856.237.499,77	64.282.353,49	34.396.512,87	29.885.840,62	3.821.840.986,90

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

41	13/01/2029	3.821.840.986,90	64.282.353,49	34.663.085,84	29.619.267,65	3.787.177.901,06
42	13/02/2029	3.787.177.901,06	64.282.353,49	34.931.724,76	29.350.628,73	3.752.246.176,30
43	13/03/2029	3.752.246.176,30	64.282.353,49	35.202.445,62	29.079.907,87	3.717.043.730,68
44	13/04/2029	3.717.043.730,68	64.282.353,49	35.475.264,58	28.807.088,91	3.681.568.466,11
45	13/05/2029	3.681.568.466,11	64.282.353,49	35.750.197,88	28.532.155,61	3.645.818.268,23
46	13/06/2029	3.645.818.268,23	64.282.353,49	36.027.261,91	28.255.091,58	3.609.791.006,32
47	13/07/2029	3.609.791.006,32	64.282.353,49	36.306.473,19	27.975.880,30	3.573.484.533,13
48	13/08/2029	3.573.484.533,13	64.282.353,49	36.587.848,36	27.694.505,13	3.536.896.684,77
49	13/09/2029	3.536.896.684,77	64.282.353,49	36.871.404,18	27.410.949,31	3.500.025.280,59
50	13/10/2029	3.500.025.280,59	64.282.353,49	37.157.157,56	27.125.195,92	3.462.868.123,03
51	13/11/2029	3.462.868.123,03	64.282.353,49	37.445.125,54	26.837.227,95	3.425.422.997,49
52	13/12/2029	3.425.422.997,49	64.282.353,49	37.735.325,26	26.547.028,23	3.387.687.672,23
53	13/01/2030	3.387.687.672,23	64.282.353,49	38.027.774,03	26.254.579,46	3.349.659.898,21
54	13/02/2030	3.349.659.898,21	64.282.353,49	38.322.489,28	25.959.864,21	3.311.337.408,93
55	13/03/2030	3.311.337.408,93	64.282.353,49	38.619.488,57	25.662.864,92	3.272.717.920,36
56	13/04/2030	3.272.717.920,36	64.282.353,49	38.918.789,61	25.363.563,88	3.233.799.130,75
57	13/05/2030	3.233.799.130,75	64.282.353,49	39.220.410,23	25.061.943,26	3.194.578.720,53
58	13/06/2030	3.194.578.720,53	64.282.353,49	39.524.368,40	24.757.985,08	3.155.054.352,12
59	13/07/2030	3.155.054.352,12	64.282.353,49	39.830.682,26	24.451.671,23	3.115.223.669,86
60	13/08/2030	3.115.223.669,86	64.282.353,49	40.139.370,05	24.142.983,44	3.075.084.299,82
61	13/09/2030	3.075.084.299,82	64.282.353,49	40.450.450,17	23.831.903,32	3.034.633.849,65
62	13/10/2030	3.034.633.849,65	64.282.353,49	40.763.941,15	23.518.412,33	2.993.869.908,50
63	13/11/2030	2.993.869.908,50	64.282.353,49	41.079.861,70	23.202.491,79	2.952.790.046,80
64	13/12/2030	2.952.790.046,80	64.282.353,49	41.398.230,63	22.884.122,86	2.911.391.816,17
65	13/01/2031	2.911.391.816,17	64.282.353,49	41.719.066,91	22.563.286,58	2.869.672.749,26
66	13/02/2031	2.869.672.749,26	64.282.353,49	42.042.389,68	22.239.963,81	2.827.630.359,58
67	13/03/2031	2.827.630.359,58	64.282.353,49	42.368.218,20	21.914.135,29	2.785.262.141,38
68	13/04/2031	2.785.262.141,38	64.282.353,49	42.696.571,89	21.585.781,60	2.742.565.569,48
69	13/05/2031	2.742.565.569,48	64.282.353,49	43.027.470,33	21.254.883,16	2.699.538.099,16
70	13/06/2031	2.699.538.099,16	64.282.353,49	43.360.933,22	20.921.420,27	2.656.177.165,94
71	13/07/2031	2.656.177.165,94	64.282.353,49	43.696.980,45	20.585.373,04	2.612.480.185,49
72	13/08/2031	2.612.480.185,49	64.282.353,49	44.035.632,05	20.246.721,44	2.568.444.553,44
73	13/09/2031	2.568.444.553,44	64.282.353,49	44.376.908,20	19.905.445,29	2.524.067.645,24
74	13/10/2031	2.524.067.645,24	64.282.353,49	44.720.829,24	19.561.524,25	2.479.346.816,00
75	13/11/2031	2.479.346.816,00	64.282.353,49	45.067.415,66	19.214.937,82	2.434.279.400,33
76	13/12/2031	2.434.279.400,33	64.282.353,49	45.416.688,14	18.865.665,35	2.388.862.712,20
77	13/01/2032	2.388.862.712,20	64.282.353,49	45.768.667,47	18.513.686,02	2.343.094.044,73
78	13/02/2032	2.343.094.044,73	64.282.353,49	46.123.374,64	18.158.978,85	2.296.970.670,09
79	13/03/2032	2.296.970.670,09	64.282.353,49	46.480.830,80	17.801.522,69	2.250.489.839,29
80	13/04/2032	2.250.489.839,29	64.282.353,49	46.841.057,23	17.441.296,25	2.203.648.782,06

81	13/05/2032	2.203.648.782,06	64.282.353,49	47.204.075,43	17.078.278,06	2.156.444.706,63
82	13/06/2032	2.156.444.706,63	64.282.353,49	47.569.907,01	16.712.446,48	2.108.874.799,62
83	13/07/2032	2.108.874.799,62	64.282.353,49	47.938.573,79	16.343.779,70	2.060.936.225,82
84	13/08/2032	2.060.936.225,82	64.282.353,49	48.310.097,74	15.972.255,75	2.012.626.128,09
85	13/09/2032	2.012.626.128,09	64.282.353,49	48.684.501,00	15.597.852,49	1.963.941.627,09
86	13/10/2032	1.963.941.627,09	64.282.353,49	49.061.805,88	15.220.547,61	1.914.879.821,21
87	13/11/2032	1.914.879.821,21	64.282.353,49	49.442.034,87	14.840.318,61	1.865.437.786,34
88	13/12/2032	1.865.437.786,34	64.282.353,49	49.825.210,64	14.457.142,84	1.815.612.575,69
89	13/01/2033	1.815.612.575,69	64.282.353,49	50.211.356,03	14.070.997,46	1.765.401.219,67
90	13/02/2033	1.765.401.219,67	64.282.353,49	50.600.494,04	13.681.859,45	1.714.800.725,63
91	13/03/2033	1.714.800.725,63	64.282.353,49	50.992.647,86	13.289.705,62	1.663.808.077,76
92	13/04/2033	1.663.808.077,76	64.282.353,49	51.387.840,89	12.894.512,60	1.612.420.236,88
93	13/05/2033	1.612.420.236,88	64.282.353,49	51.786.096,65	12.496.256,84	1.560.634.140,23
94	13/06/2033	1.560.634.140,23	64.282.353,49	52.187.438,90	12.094.914,59	1.508.446.701,32
95	13/07/2033	1.508.446.701,32	64.282.353,49	52.591.891,55	11.690.461,94	1.455.854.809,77
96	13/08/2033	1.455.854.809,77	64.282.353,49	52.999.478,71	11.282.874,78	1.402.855.331,06
97	13/09/2033	1.402.855.331,06	64.282.353,49	53.410.224,67	10.872.128,82	1.349.445.106,38
98	13/10/2033	1.349.445.106,38	64.282.353,49	53.824.153,91	10.458.199,57	1.295.620.952,47
99	13/11/2033	1.295.620.952,47	64.282.353,49	54.241.291,11	10.041.062,38	1.241.379.661,36
100	13/12/2033	1.241.379.661,36	64.282.353,49	54.661.661,11	9.620.692,38	1.186.718.000,25
101	13/01/2034	1.186.718.000,25	64.282.353,49	55.085.288,99	9.197.064,50	1.131.632.711,26
102	13/02/2034	1.131.632.711,26	64.282.353,49	55.512.199,98	8.770.153,51	1.076.120.511,29
103	13/03/2034	1.076.120.511,29	64.282.353,49	55.942.419,53	8.339.933,96	1.020.178.091,76
104	13/04/2034	1.020.178.091,76	64.282.353,49	56.375.973,28	7.906.380,21	963.802.118,48
105	13/05/2034	963.802.118,48	64.282.353,49	56.812.887,07	7.469.466,42	906.989.231,41
106	13/06/2034	906.989.231,41	64.282.353,49	57.253.186,95	7.029.166,54	849.736.044,47
107	13/07/2034	849.736.044,47	64.282.353,49	57.696.899,14	6.585.454,34	792.039.145,32
108	13/08/2034	792.039.145,32	64.282.353,49	58.144.050,11	6.138.303,38	733.895.095,21
109	13/09/2034	733.895.095,21	64.282.353,49	58.594.666,50	5.687.686,99	675.300.428,71
110	13/10/2034	675.300.428,71	64.282.353,49	59.048.775,17	5.233.578,32	616.251.653,55
111	13/11/2034	616.251.653,55	64.282.353,49	59.506.403,17	4.775.950,31	556.745.250,37
112	13/12/2034	556.745.250,37	64.282.353,49	59.967.577,80	4.314.775,69	496.777.672,57
113	13/01/2035	496.777.672,57	64.282.353,49	60.432.326,53	3.850.026,96	436.345.346,05
114	13/02/2035	436.345.346,05	64.282.353,49	60.900.677,06	3.381.676,43	375.444.668,99
115	13/03/2035	375.444.668,99	64.282.353,49	61.372.657,30	2.909.696,18	314.072.011,69
116	13/04/2035	314.072.011,69	64.282.353,49	61.848.295,40	2.434.058,09	252.223.716,29
117	13/05/2035	252.223.716,29	64.282.353,49	62.327.619,69	1.954.733,80	189.896.096,60
118	13/06/2035	189.896.096,60	64.282.353,49	62.810.658,74	1.471.694,75	127.085.437,86
119	13/07/2035	127.085.437,86	64.282.353,49	63.297.441,35	984.912,14	63.787.996,52
120	13/08/2035	63.787.996,52	64.282.353,49	63.787.996,52	494.356,97	0,00

Además, estos créditos generalmente están limitados a proyectos específicos, lo que restringe su aplicación a actividades estrictamente relacionadas con la modernización tecnológica del sistema, impidiendo su uso para cubrir gastos operativos del servicio con luminarias de sodio o para asegurar plenamente el sostenimiento del sistema una vez modernizado, como el mantenimiento, la operación o futuras expansiones.

Desde el punto de vista financiero, esta alternativa presenta las siguientes **desventajas**:

- **Genera endeudamiento público**, lo que puede afectar la sostenibilidad fiscal del municipio y su capacidad de acceder a nuevos créditos en el futuro.
- **Implica el pago de intereses**, lo que encarece el costo real del proyecto en comparación con otras fuentes como el impuesto específico.
- **Reduce la capacidad de inversión futura**, ya que los recursos del presupuesto deberán destinarse al servicio de la deuda durante varios años.
- **Requiere trámites administrativos y financieros complejos**, incluyendo análisis de riesgo, aprobación de cupos de endeudamiento y aprobación por parte del Concejo Municipal.
- **Conlleva un riesgo financiero** en caso de que los ahorros generados por la modernización del sistema (por eficiencia energética y reducción de mantenimiento) no sean suficientes para cubrir el servicio de la deuda.

En este contexto, aunque los créditos pueden ser útiles para cubrir déficits de financiación en el corto plazo, **no constituyen la opción más recomendable** para municipios con presupuestos limitados como SAN RAFAEL, especialmente cuando existen alternativas legalmente respaldadas, financieramente sostenibles y con menor impacto fiscal, como el recaudo del impuesto de alumbrado público municipal.

7.2 POR RECURSOS PROPIOS DEL MUNICIPIO

Otra alternativa para financiar la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de SAN RAFAEL consiste en utilizar **recursos propios del presupuesto municipal**, es decir, asignaciones directas de los ingresos corrientes del ente territorial, sin recurrir a créditos ni a tributos específicos como el impuesto de alumbrado público. Aunque esta fuente de financiación presenta la ventaja de **no generar endeudamiento ni pago de intereses**, y permite una **mayor autonomía en la ejecución del gasto**, también implica serias **limitaciones financieras y operativas**. El presupuesto municipal debe cubrir una amplia gama de obligaciones legales y sociales, incluyendo salud, educación, saneamiento básico, infraestructura vial y programas de inversión social.

Destinar recursos propios al alumbrado público, especialmente para obras de modernización tecnológica como la migración a luminarias LED, implicaría **desviar fondos de áreas sensibles** o postergar otras necesidades prioritarias del municipio. En este sentido, la utilización de recursos propios **presenta el mayor grado de incertidumbre y menor sostenibilidad** para la continuidad del servicio de alumbrado público. Su disponibilidad está sujeta a la dinámica de los ingresos tributarios locales y a los niveles de transferencias intergubernamentales, lo cual puede variar de un año a otro, dificultando la planificación a largo plazo.

Algunas estrategias, como la **asignación parcial de ingresos del Impuesto de Industria y Comercio (ICA)**, o el uso de **sobretasas a los hidrocarburos** (en municipios que las reciben), podrían considerarse como fuentes complementarias. Sin embargo, esto implica la **creación de un fondo específico** que podría debilitar

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

otros rubros críticos y comprometer la capacidad del municipio para atender emergencias o necesidades urgentes en sectores como la salud pública o la infraestructura comunitaria.

Desde el punto de vista financiero, esta alternativa presenta los siguientes inconvenientes:

- **Compite directamente con otros sectores esenciales del gasto público**, lo que puede generar conflictos presupuestales.
- **No garantiza sostenibilidad en el tiempo**, ya que los recursos propios fluctúan según el comportamiento económico y fiscal del municipio.
- **No permite planificación estructurada a largo plazo**, afectando la continuidad del mantenimiento y expansión del sistema de alumbrado público.
- **No se considera una fuente idónea ni estratégica** para modernizar sistemas tecnológicos, por su falta de estabilidad y suficiencia.

Por estas razones, el uso de recursos propios debe considerarse únicamente como **una fuente complementaria o de contingencia**, mas no como mecanismo principal para financiar la modernización del servicio de alumbrado público. Existen alternativas más eficientes, estables y legalmente habilitadas, como el **Impuesto de Alumbrado Público**, que aseguran la sostenibilidad del sistema sin poner en riesgo el equilibrio presupuestal del municipio.

7.3 POR EL RECAUDO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO MUNICIPAL.

La opción más adecuada y financieramente sostenible para garantizar la continuidad, modernización y expansión del servicio de alumbrado público en el municipio de SAN RAFAEL es el **uso del recaudo del impuesto de alumbrado público municipal** como fuente principal de financiación. Esta alternativa no solo está legalmente respaldada, sino que ofrece ventajas significativas frente a otros mecanismos como el endeudamiento o el uso de recursos propios.

Con base en la **Ley 1819 de 2016**, en su ***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.*

Donde el impuesto de alumbrado público fue formalmente definido como un tributo de **destinación específica y obligatoria** para todos los municipios y distritos del país. Los recursos recaudados por este concepto están destinados de forma exclusiva a cubrir todas las actividades relacionadas con la prestación del servicio, incluyendo el suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión, mejora, modernización y desarrollo tecnológico del sistema de alumbrado público.

En el siguiente artículo de la misma ley ***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*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

prestador correspondiente, autorizado por el Municipio o Distrito, dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes al de su recaudo.

establece que el recaudo puede y debe realizarse preferiblemente a través de las facturas de energía eléctrica, debido a su conexión directa con el servicio. Esta modalidad permite una gestión más eficiente y transparente del cobro, además de garantizar una base de ingresos constante, ya que el servicio eléctrico tiene una alta tasa de penetración en todos los estratos sociales y sectores económicos. Las empresas comercializadoras de energía actúan como agentes recaudadores y transfieren los recursos al prestador autorizado dentro de un plazo no mayor a 45 días, lo cual mejora el flujo de caja del sistema.

Esta alternativa se presenta como **la más sólida desde el punto de vista financiero**, ya que:

- **No compromete el endeudamiento público** ni genera obligaciones futuras de pago con intereses, lo que protege el equilibrio fiscal del municipio.
- **No afecta los recursos propios del municipio**, permitiendo que estos sigan destinados a inversión social, salud, educación u otras prioridades de desarrollo local.
- **Permite planificación financiera de largo plazo**, gracias a la estabilidad del recaudo a través de la factura de energía.
- **Fortalece la autonomía fiscal municipal**, evitando depender de créditos bancarios o cofinanciaciones inciertas.

Para asegurar que el recaudo sea suficiente y equitativo, es fundamental estructurar correctamente la tarifa del impuesto, atendiendo a criterios de progresividad y capacidad contributiva. En municipios como SAN RAFAEL, con empresas del sector energético, agroindustrial, comercial y de servicios, es estratégico identificar y clasificar correctamente a los **grandes contribuyentes**, a fin de establecer tarifas diferenciales que garanticen una mayor participación de quienes más consumen y se benefician del sistema.

7.4 COMPARATIVOS

Con el objetivo de evaluar las distintas opciones disponibles para financiar la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de SAN RAFAEL, se presenta a continuación un cuadro comparativo entre las tres principales alternativas analizadas: el recaudo del Impuesto de Alumbrado Público, la adquisición de créditos con entidades financieras y la utilización de recursos propios del municipio. Este análisis permite visualizar de forma clara las ventajas, desventajas, implicaciones fiscales y sostenibilidad de cada mecanismo, con el fin de sustentar técnicamente la alternativa más viable desde el punto de vista financiero, administrativo y operativo:

Tabla N°41
Cuadro Comparativo de Alternativas de Financiación del Alumbrado Público

CRITERIO	IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO	CRÉDITOS CON ENTIDADES FINANCIERAS	RECURSOS PROPIOS DEL MUNICIPIO
FUENTE DE FINANCIACIÓN	Recaudo específico mediante tarifa incluida en factura de energía	Endeudamiento con entidades financieras	Asignación presupuestal desde

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

			ingresos corrientes del municipio
SOPORTE LEGAL	Ley 1819 de 2016 (Arts. 350 y 352)	Requiere aprobación de cupo de endeudamiento y justificación técnica	Constitución y normas de presupuesto público
IMPACTO FISCAL	No genera endeudamiento ni afecta recursos propios	Aumenta el nivel de deuda pública y obliga pagos futuros	Reduce disponibilidad de recursos para otras áreas prioritarias
COSTO FINANCIERO	Nulo (no hay intereses ni comisiones)	Alto (intereses, amortización, comisiones)	Bajo, pero con alto costo de oportunidad
SOSTENIBILIDAD EN EL TIEMPO	Alta: ingreso constante vinculado al consumo eléctrico	Media-baja: depende del flujo de caja futuro	Baja: depende de la capacidad presupuestal y ciclo económico
AGILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN	Media-alta: depende del diseño tarifario y convenio con operador	Baja: requiere trámites, aprobación y estructuración de crédito	Alta: si hay disponibilidad inmediata de recursos
FLEXIBILIDAD DE USO	Alta: permite cubrir operación, mantenimiento y modernización	Limitada: solo puede usarse en rubros definidos por el proyecto	Alta: decisión interna sobre la asignación
AUTONOMÍA FINANCIERA MUNICIPAL	Fortalece la autonomía fiscal local	Reduce la autonomía por dependencia de pagos a terceros	Mantiene autonomía, pero restringida por rigidez presupuestal
RIESGO FINANCIERO	Bajo: ingresos estables y cobro asegurado por la factura de energía	Alto: riesgo de incumplimiento o sobreendeudamiento	Medio: limitado por rigidez y prioridades presupuestales
RECOMENDACIÓN TÉCNICA	**Alta viabilidad y sostenibilidad**	**Viable solo si no existen otras fuentes más eficientes**	**No recomendable como fuente principal de financiación**

Nota: Cuadro Comparativo de Alternativas de Financiación del Alumbrado Público

EESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 8
MODELOS MÁS UTILIZADOS PARA LA PRESTACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO.

8.1. PRESTACIÓN DIRECTA POR PARTE DEL MISMO ENTE TERRITORIAL.

La **prestación directa** del servicio de alumbrado público implica que el Municipio asume de manera autónoma todas las responsabilidades inherentes a la gestión, operación, mantenimiento, modernización y expansión del sistema. Para ello, el ente territorial celebra contratos de obra pública específicos destinados a tareas como la modernización tecnológica (principalmente mediante sustitución o repotenciación a tecnología LED), el mantenimiento rutinario y correctivo, y la ampliación del sistema en nuevas zonas del municipio. Si bien esta modalidad otorga al Municipio un control total sobre el servicio, también representa importantes **limitaciones técnicas, operativas, financieras y administrativas** que comprometen su sostenibilidad y eficiencia. Entre los aspectos más relevantes se destacan:

a) Limitaciones financieras significativas

Uno de los principales retos de este modelo es que **el Municipio debe asumir completamente la carga financiera** de las inversiones iniciales, que suelen superar los **$3.000 millones de pesos**, para garantizar una modernización efectiva del sistema en un plazo de dos a tres años. La financiación puede provenir de recursos propios, fondos nacionales o departamentales, o de la gestión de proyectos ante entidades de cofinanciación. Sin embargo, la dependencia de estas fuentes no garantiza disponibilidad oportuna ni suficiente de recursos.

b) Recuperación del costo del servicio

El costo del servicio de alumbrado público se recupera a través del **Impuesto de Alumbrado Público (IAP)**, el cual puede cobrarse:

- A través de la factura de servicios públicos domiciliarios, si existe un acuerdo con la empresa prestadora del servicio de energía.
- Mediante liquidaciones oficiales a cada contribuyente.

No obstante, la gestión del recaudo y su eficiencia dependen de la estructura tributaria del Municipio y de su capacidad administrativa, la cual suele ser limitada.

c) Falta de capacidad técnica y operativa

Actualmente, el Municipio de SAN RAFAEL no cuenta con la infraestructura ni con el **personal técnico especializado** necesario para asumir directamente la operación y mantenimiento del sistema. Esta carencia implica recurrir constantemente a la subcontratación de terceros, lo que reduce la eficiencia operativa y encarece los costos del servicio. Además, no dispone de:

- **Un equipo administrativo exclusivo** para el servicio de alumbrado público, que gestione contratos, realice supervisión técnica y administre el recurso humano y financiero asociado.
- **Un equipo jurídico especializado**, indispensable para la atención de procesos judiciales, tutelas, controversias contractuales y apoyo en el fortalecimiento del recaudo del IAP.
- **Una estructura adecuada de atención al ciudadano (PQRS)** en temas de alumbrado público, lo cual afecta negativamente la percepción del servicio y su capacidad de respuesta ante fallas reportadas por la comunidad.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

d) Riesgos administrativos y de gestión

La prestación directa conlleva una **alta carga burocrática**, que puede generar demoras en los procesos contractuales, en la ejecución de obras y en la atención oportuna de fallas. Esta rigidez administrativa puede afectar gravemente la **continuidad, calidad y eficiencia del servicio**, especialmente en contextos donde no existen equipos especializados ni procesos claramente definidos.

8.2 POR MEDIO DE CONTRATOS DE OBRAS O CONTRATOS DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA NECESIDAD DEL SECTOR A INTERVENIR.

Esta modalidad de prestación del servicio de alumbrado público se basa en la ejecución esporádica de obras, generalmente mediante contratos por prestación de servicios o por obra pública, cuya aplicación se limita a atender necesidades inmediatas y puntuales en sectores específicos del municipio. Si bien puede ser útil para resolver casos urgentes, esta modalidad presenta múltiples limitaciones estructurales, técnicas, financieras y operativas que comprometen la sostenibilidad del sistema en el mediano y largo plazo.

A continuación, se detallan los principales desafíos y restricciones asociados a este esquema:

a) Falta de continuidad en la prestación del servicio:

La prestación se activa únicamente cuando existen luminarias defectuosas o fallas visibles en la infraestructura, lo que implica que no hay una operación continua del sistema. Esta naturaleza reactiva genera vacíos en la atención del servicio y prolonga los tiempos de respuesta ante eventualidades, afectando directamente a los usuarios.

b) Dependencia del presupuesto anual municipal:

La ejecución de cualquier actividad está sujeta a la disponibilidad presupuestal del municipio en cada vigencia fiscal. Esta dependencia genera incertidumbre en la programación y ejecución de mantenimientos, ya que, ante restricciones presupuestales, el servicio puede quedar desatendido parcial o totalmente. Además, limita la posibilidad de planificar proyectos de mejora o expansión con visión estratégica.

c) Imposibilidad de modernización integral a tecnología LED:

Al enfocarse en intervenciones localizadas y por requerimiento, esta modalidad no permite implementar un plan sistemático de modernización del sistema de alumbrado público. La falta de una estrategia centralizada imposibilita una transición completa hacia tecnologías más eficientes, como la iluminación LED, afectando la reducción del consumo energético y los costos operativos.

d) Ausencia de estructura operativa permanente:

La naturaleza ocasional del esquema impide conformar una estructura técnica dedicada, como una cuadrilla de mantenimiento o una oficina exclusiva para gestionar PQRS (Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias). Esta ausencia dificulta el seguimiento eficiente de las solicitudes ciudadanas y debilita el vínculo entre el servicio y la comunidad usuaria.

e) Limitación para realizar obras de expansión del sistema:

La ejecución por demanda no contempla la planificación ni ejecución de obras para expandir la cobertura del servicio en zonas actualmente no atendidas. Esta omisión afecta la equidad territorial y limita el acceso de todos los habitantes a condiciones de seguridad, bienestar y desarrollo urbano derivados del alumbrado público.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

f) Ausencia de planificación técnica y estructural:

La falta de un plan maestro o de una estructura de gestión permanente impide implementar mejoras tecnológicas y operativas que incrementen la eficiencia del sistema. Además, al depender de contratos individuales y no de una estrategia integral, se diluyen los esfuerzos para alcanzar estándares modernos de calidad y sostenibilidad. En consecuencia, aunque esta modalidad puede resolver necesidades puntuales, su aplicación continua no resulta viable como alternativa principal para garantizar una prestación moderna, eficiente y sostenible del servicio. La falta de cobertura integral, de mecanismos de control y de una estructura institucional sólida la convierte en una opción limitada frente a otros modelos de gestión con mayor capacidad técnica, financiera y operativa.

8.3 POR MEDIO DE CONVENIOS INTERADMINISTRATIVOS CON EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (NUMERAL 1 DEL ARTÍCULO 24 DE LA LEY 80)

(Numeral 1 del artículo 24 de la Ley 80 de 1993)

Una de las modalidades empleadas para la prestación del servicio de alumbrado público es la suscripción de **convenios interadministrativos con empresas de servicios públicos de energía eléctrica**, conforme a lo establecido en el numeral 1 del artículo 24 de la Ley 80 de 1993. En este esquema, la empresa comercializadora asume funciones operativas del servicio y utiliza como única fuente de financiación el recaudo del impuesto de alumbrado público.
Actualmente, esta modalidad se centra en mantener en funcionamiento el sistema mediante la instalación y reposición de luminarias, en la medida en que lo permita el flujo de recursos provenientes del impuesto. No obstante, el objetivo prioritario para estas empresas es la recuperación de los costos de energía consumida, y no el desarrollo, expansión o modernización del sistema. Dado que su actividad principal es la venta de energía eléctrica, estas empresas **no destinan recursos propios** para la modernización integral del alumbrado público hacia tecnologías eficientes como LED, incluso cuando los beneficios técnicos y económicos de esta transición son ampliamente reconocidos.
Esta falta de voluntad de inversión plantea serias **incertidumbres respecto a la sostenibilidad del servicio**, especialmente en lo que tiene que ver con el control y la transparencia del consumo facturado. En muchos casos, no hay claridad sobre si la energía cobrada corresponde exclusivamente a luminarias del sistema de alumbrado público o si también incluye otras cargas no relacionadas, como escenarios deportivos, estadios, cementerios o instituciones educativas. Estas cargas adicionales, al no estar debidamente discriminadas, **pueden incrementar injustificadamente los costos del servicio**.

En el caso particular del municipio de **SAN RAFAEL**, se estima que la carga instalada actual del sistema de alumbrado público es de **91.500 W (91,5 kW)**, lo que debería generar un valor de facturación mensual aproximado de **$36.000.000**, teniendo en cuenta el comportamiento promedio del consumo y las tarifas vigentes. Sin embargo, la realidad muestra un consumo facturado significativamente mayor, que alcanza los **$40.000.000 mensuales**. Esta diferencia representa una alerta importante, ya que plantea interrogantes sobre la medición, el control de carga instalada y la exactitud de los datos empleados por la empresa para la facturación del servicio.

El problema se agudiza debido a que estas empresas mantienen un **control exclusivo** sobre el sistema de medición, los puntos de conexión y el proceso de facturación, lo cual impide al municipio verificar de manera autónoma y objetiva el consumo real. A esto se suma que el **recaudo del impuesto de alumbrado público se realiza directamente a través de las facturas de energía eléctrica**, lo que puede generar confusión tanto en la administración municipal como en los usuarios del servicio respecto al destino y uso de los recursos recaudados.

1. **Ausencia de inversión propia en modernización tecnológica**: Las empresas no destinan recursos financieros propios para la modernización integral del sistema de alumbrado público a tecnología LED, lo que impide avances significativos en eficiencia energética y sostenibilidad.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

2. **Inexistencia de infraestructura exclusiva para alumbrado público**: No se desarrollan obras que contemplen redes eléctricas, postes, canalizaciones u otras estructuras dedicadas exclusivamente a la prestación del servicio, lo cual limita la autonomía operativa del sistema.
3. **Cobertura restringida del mantenimiento correctivo:** La reposición de luminarias solo se realiza si estas se encuentran dentro del periodo de garantía de fábrica. Daños causados por condiciones climáticas, actos vandálicos o robos no son atendidos de forma oportuna ni garantizada.
4. **Deficiente gestión de atención al ciudadano (PQRS)**: No existe una oficina, línea directa o plataforma específica para la atención de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias (PQRS) relacionadas con el alumbrado público, lo que genera insatisfacción y desconfianza en la comunidad.
5. **Mantenimiento reactivo e intermitente**: Las labores de reparación y mantenimiento solo se ejecutan cuando se acumulan múltiples fallas, generando tiempos de respuesta prolongados y afectando la percepción de calidad del servicio.
6. **Falta de compromiso con la expansión del servicio**: No se incluyen dentro del convenio compromisos formales para la expansión de cobertura o el desarrollo de nuevos proyectos de iluminación pública en zonas urbanas o rurales que lo requieran.
7. **Limitada transparencia y control sobre el consumo energético**: La empresa comercializadora tiene el monopolio de la medición y facturación del consumo, lo que impide al municipio verificar de manera independiente la carga real utilizada y dificulta la validación de cobros.

8.4 POR MEDIO DE UNA SOCIEDAD DE ECONOMÍA MIXTA (S.E.M.)

En el marco del Código de Comercio Colombiano, específicamente en su Título VII y Artículo 461, se define la Sociedad de Economía Mixta como aquella formada por aportes estatales y privados. Estas sociedades se rigen por el derecho privado y la jurisdicción ordinaria, salvo disposición legal en contrario, según lo dispuesto en el Artículo 462.

Al constituir una Sociedad de Economía Mixta, se establecen las condiciones para la participación estatal, determinando su alcance nacional, departamental o municipal, así como su vinculación con organismos administrativos para la debida tutela. En el contexto específico del Municipio de SAN RAFAEL, esta modalidad puede ser llevada a cabo a través del municipio o de su Empresa de Servicios Públicos, una entidad municipal que cumple con los requisitos normativos para establecer una Sociedad de Economía Mixta. Esta asociación implica que una entidad privada invierta en la modernización del servicio de alumbrado público, recibiendo del municipio los activos correspondientes (luminarias, postes y transformadores exclusivos) para su operación, con el compromiso de actualizarlo con tecnología LED, realizar expansiones necesarias y asegurar los mantenimientos diarios requeridos. Esta asociación se realiza con un socio privado experimentado y solvente, quien invierte recursos intelectuales, tecnológicos y económicos en un plazo de dos a tres años, compartiendo la responsabilidad financiera y garantizando la recuperación de la inversión. Como estrategia para modernizar el servicio de alumbrado público con tecnología LED, esta modalidad requiere que el municipio se asocie con un socio privado que demuestre solvencia económica mediante sus estados financieros, asegurando así las inversiones necesarias para el sistema.

Las siguientes son características principales (ventajas y desventajas) de este tipo de Sociedad:

1. Se establecerá una oficina de PQRS exclusiva para atender temas relacionados con el servicio de alumbrado público.

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

2. La Sociedad de Economía Mixta (SEM) puede negociar directamente el precio de suministro de energía con empresas comerciales regionales o en el mercado.
3. La SEM asume todas las obligaciones para prestar el servicio de alumbrado público, liberando al municipio de esa responsabilidad.
4. Garantiza la calidad y continuidad del servicio de alumbrado público con tecnología LED.
5. Asegura la modernización completa del sistema de alumbrado público de sodio a tecnología LED en todo el municipio.
6. Garantiza el cumplimiento contractual mediante pólizas de calidad, cumplimiento y responsabilidad civil.
7. Implementa una cuadrilla especializada para operar el servicio de alumbrado público.
8. El municipio participa como socio en la empresa.
9. Participación activa del municipio en decisiones técnicas, operativas, administrativas y financieras del servicio.
10. El municipio mantiene relación directa con la prestación del servicio.
11. Participación en las utilidades una vez recuperada la inversión, las cuales deben reinvertirse en alumbrado público.
12. Limitación normativa: No está amparada por la Ley 1508 del 2012 ni por la Ley 80 de contratación estatal, lo que puede generar incertidumbre jurídica en su funcionamiento y organización.
13. Riesgo de burocratización: Durante cambios de administración municipal cada cuatro años, existe el riesgo de que se impongan condiciones que afecten la eficiencia y continuidad del servicio.
14. Perpetuidad de la sociedad: La conformación indefinida implica una estructura de negocio que puede volverse rígida y menos adaptable a nuevas circunstancias.
15. Dependencia de recursos municipales: Ante la escasez de activos, el municipio podría necesitar recurrir a préstamos para cumplir con sus obligaciones dentro de la sociedad SEM, afectando así sus finanzas a mediano plazo.
16. Responsabilidad municipal: El municipio puede ser responsable por problemas derivados de la SEM, incluyendo multas en caso de insolvencia del socio privado.
17. Reposición de activos en caso de vandalismo, fallas atmosféricas u otros eventos fortuitos, asegurando la prestación continua y de calidad del servicio.
18. No aplica Caducidad toda vez que es una Empresa la que desarrolla las inversiones, no siendo un contrato de obra o concesión regulado por la ley 80.

8. 5 POR MEDIO DEL MODELO DE CONTRATO DE CONCESIÓN (LEY 80 DE 1993 Y LEY 1508 DEL 2012).

La modalidad de concesión permite que una entidad pública delegue en un tercero —persona natural o jurídica— la responsabilidad integral sobre la prestación de un servicio público. Esta figura, regulada por la Ley 80 de 1993, implica que el concesionario asuma la operación, gestión, mantenimiento y modernización del servicio, corriendo con los riesgos y costos que ello conlleva, a cambio de una contraprestación definida contractualmente.

En el caso específico del municipio de SAN RAFAEL(Antioquia), esta modalidad resulta especialmente pertinente para implementar un plan integral de modernización del alumbrado público, permitiendo migrar a tecnologías eficientes como la iluminación LED. Bajo esta figura, el concesionario no solo debe garantizar la continuidad del servicio, sino también ejecutar las inversiones necesarias para renovar completamente la infraestructura existente en un plazo estimado entre dos y tres años.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

A diferencia de otras modalidades, la concesión transfiere la carga operativa y financiera al concesionario, mientras que el municipio ejerce funciones de vigilancia, seguimiento y control. Esta estructura alivia las finanzas municipales y fortalece la capacidad institucional al permitir una gestión más especializada y eficiente del servicio.

Elementos Clave de esta Modalidad

1. Responsabilidad Integral del Concesionario: El concesionario asume de manera plena las funciones técnicas, administrativas y operativas del servicio, incluyendo la expansión, renovación, reposición y mantenimiento de toda la infraestructura de alumbrado público.

2. Autonomía en la Contratación del Suministro de Energía: Esta figura permite que el concesionario negocie directamente las condiciones de compra de energía eléctrica, accediendo como usuario no regulado a tarifas más competitivas, lo que contribuye a la sostenibilidad financiera del modelo.

3. Seguridad Financiera a través de una Fiducia: El flujo de recursos provenientes del impuesto de alumbrado público se gestiona mediante un patrimonio autónomo (fiducia), lo cual brinda transparencia, control y garantías de pago para el concesionario.

4. Mejora en la Atención a la Comunidad: Uno de los compromisos clave es la instalación de una oficina exclusiva para la atención de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS), permitiendo una respuesta oportuna y especializada a las necesidades de los usuarios.

5. Implementación de Tecnología Moderna: La adopción de luminarias LED y sistemas de control inteligente forman parte del plan de modernización, garantizando eficiencia energética, menor impacto ambiental y mejores condiciones de seguridad en el espacio público.

6. Garantías Contractuales y Aseguramiento del Cumplimiento: El contrato exige pólizas de cumplimiento, calidad y responsabilidad civil extracontractual, que aseguran la correcta ejecución de las obligaciones y protegen al municipio frente a cualquier eventualidad.

7. Independencia Jurídica y Laboral: Las relaciones contractuales con terceros y los vínculos laborales del personal involucrado recaen exclusivamente sobre el concesionario, lo que reduce la carga administrativa para el municipio.

8. Capacidad de Supervisión y Control: El municipio mantiene la facultad de seguimiento técnico y financiero del contrato, con herramientas para intervenir o incluso declarar la caducidad del mismo en caso de incumplimiento grave.

9. Sustitución y Reparación de Equipos: El concesionario debe responder por la reposición inmediata de luminarias afectadas por robos, fallos eléctricos o deterioro, garantizando la prestación ininterrumpida del servicio.

10. Reducción de Trámites Administrativos: El modelo de concesión agiliza los procesos al eliminar etapas burocráticas innecesarias, al tiempo que concentra la responsabilidad en un solo operador especializado.

11. Cláusula de Caducidad: En caso de que el concesionario no ejecute las inversiones en los plazos previstos, el contrato puede ser terminado de manera anticipada por la administración municipal.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

NotaTécnica:
De conformidad con el artículo 2.2.3.6.1.3 del Decreto 943 de 2018, el Estudio Técnico de Referencia sobre el cual se estructura esta modalidad debe ser revisado, ajustado o reemplazado cada cuatro (4) años. Esta disposición garantiza que el servicio de alumbrado público evolucione conforme a las necesidades del territorio y las exigencias tecnológicas y normativas.

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 9
IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO

Este análisis permite tener claramente los posibles impactos sociales, ambientales y económico del proyecto, dentro de un desarrollo sostenible.

9.1 IMPACTO TECNOLOGICO (DESARROLLOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS)

La modernización del alumbrado público mediante la implementación de luminarias LED representa no solo un cambio en la eficiencia energética, sino un avance hacia la transformación digital del entorno urbano. Esta actualización tecnológica tiene un impacto transversal en múltiples áreas: mejora la eficiencia operativa, reduce costos, habilita nuevas capacidades de gestión remota, y, lo más importante, sienta las bases para el desarrollo de **Ciudades Inteligentes (Smart Cities)** en el municipio de **SAN RAFAEL**.

Las luminarias LED de última generación vienen equipadas con interfaces compatibles para la integración de tecnologías IoT (Internet de las Cosas), lo que permite que cada punto de luz se convierta en un nodo inteligente de una red urbana más amplia. Esta red puede integrar sensores de ruido, calidad del aire, cámaras de vigilancia, módulos de conectividad Wi-Fi, sensores de movimiento, estaciones meteorológicas, entre otros dispositivos urbanos.

Estos sistemas pueden interconectarse y gestionarse mediante plataformas centralizadas que utilizan tecnologías como **LoRaWAN™, Zigbee, WiFi Mesh o NB-IoT**, facilitando la comunicación a largas distancias con bajo consumo energético. Esto habilita la gestión remota y en tiempo real del alumbrado, y al mismo tiempo permite recopilar datos valiosos para la toma de decisiones estratégicas.

1) Beneficios Tecnológicos Inmediatos:

- **Compatibilidad con sistemas de gestión inteligente (Smart Lighting):** Capacidad de encendido/apagado remoto, regulación de intensidad según horario, tráfico o condiciones ambientales.
- **Plataformas de monitoreo en tiempo real:** Alertas de fallos, conteo de horas de uso, consumo energético y estado de operación.
- **Integración con sensores urbanos:** Detección de presencia, monitoreo de contaminación ambiental, sonido y movimiento.
- **Conectividad ciudadana:** Las luminarias pueden funcionar como puntos de acceso Wi-Fi gratuitos, especialmente útiles en parques, plazas, centros educativos y áreas rurales.

2) Legislación Vigente y Marco Normativo

Según el Artículo 350 de la Ley 1819 de 2016 (Colombia), los desarrollos tecnológicos que se integren como parte del sistema de alumbrado público se consideran **actividades complementarias** y no deben representar una carga financiera adicional para el municipio. Esto habilita a los entes territoriales a **beneficiarse de nuevas funcionalidades sin incrementar tarifas ni afectar la estabilidad presupuestaria municipal.**

Es importante que el municipio de SAN RAFAELcontemple una **política pública clara** para la administración y gestión de estas tecnologías, priorizando la interoperabilidad, el acceso a datos en tiempo

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

real y la propiedad pública de la infraestructura tecnológica, evitando depender de sistemas cerrados o monopolizados por un único proveedor.

9.1.1 Aspectos Conceptuales

El concepto de **gestión inteligente del alumbrado público** implica una reorganización total del paradigma tradicional de iluminación urbana. Ya no se trata únicamente de proveer luz durante la noche, sino de integrar cada luminaria dentro de una **red sensorizada e interconectada**, que funciona como el sistema nervioso de la ciudad.

1) Niveles de implementación tecnológica:

- **Nivel físico (luminaria inteligente):** Incluye sensores de luz natural, controladores de flujo luminoso, GPS para georreferenciación, sensores de vibración y acelerómetros para detectar daños o impactos.
- **Nivel de datos:** Recolección, almacenamiento, análisis e integración de la información recolectada desde cada punto de luz en plataformas digitales basadas en la nube.
- **Nivel de red IoT:** Cada luminaria funciona como un nodo autónomo, con capacidad para enviar y recibir información, autoajustarse y coordinarse con otras luminarias u otros dispositivos urbanos.

2) Convergencia Tecnológica

La evolución hacia un sistema de alumbrado inteligente requiere la integración de varias disciplinas:

- **Ingeniería de Iluminación:** La tecnología LED permite diseñar luminarias más eficientes, con mayor vida útil, menor mantenimiento, y mejor calidad de luz.
- **Telecomunicaciones:** Implementación de tecnologías de comunicación inalámbrica de bajo consumo como LoRaWAN, Zigbee o redes LPWAN para cubrir grandes distancias sin requerir grandes inversiones en infraestructura.
- **Big Data y Software:** Plataformas que almacenan y procesan datos en tiempo real permiten análisis predictivos para mantenimiento, eficiencia energética y seguridad pública.
- **Sensórica avanzada:** Capacidad de integrar sensores acústicos, de presencia, ambientales y meteorológicos en cada punto de luz.

Esta convergencia tecnológica debe responder a **criterios de calidad, estandarización, seguridad de la información y sostenibilidad** a largo plazo.

9.1.2 Nuevos Desarrollos Tecnológicos y Ciudades Inteligentes

El cambio hacia iluminación LED no es simplemente un reemplazo tecnológico, sino el punto de partida para el despliegue de soluciones de Smart City. El uso de redes de comunicación como **LoRaWAN™** permite interconectar dispositivos en un entorno urbano sin consumir grandes cantidades de energía, logrando una cobertura eficiente incluso en zonas rurales o de difícil acceso. Estas redes pueden utilizar infraestructura existente (como postes de luz) para montar sensores y repetidores, reduciendo costos de implementación. A través de estos sistemas se pueden desarrollar aplicaciones para:

- Monitorear el tráfico y ajustar la intensidad de la luz.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- Detectar sonidos inusuales (alarma de seguridad).
- Medir la calidad del aire.
- Gestionar el alumbrado de forma remota y programada.
- Enviar alertas automáticas de fallas o deterioro del equipo.

Todo esto convierte a las luminarias LED en **activos estratégicos multifuncionales** de la ciudad, que no solo iluminan, sino que también recolectan y distribuyen información útil para la gestión urbana.

9.1.3 Ciudades Conectadas: Servicios Esenciales y Ventajas de la Red Inteligente

La implementación de una red inteligente de gestión del alumbrado público conlleva una serie de beneficios operativos, económicos, ambientales y sociales:

1) Operativos

- Reducción del consumo energético entre un 25-50%, dependiendo del nivel de telegestión implementado.
- Detección automática de fallas y monitoreo en tiempo real.
- Programación de horarios y niveles de iluminación adaptativos.

2) Económicos

- Disminución de costos de operación y mantenimiento hasta en un 50%.
- Prolongación de la vida útil de los equipos gracias al control activo y mantenimiento predictivo.
- Retorno de la inversión (ROI) a mediano plazo (5 a 7 años en promedio).

3) Sociales

- Mejora de la percepción de seguridad en espacios públicos.
- Mayor accesibilidad para los ciudadanos mediante conectividad Wi-Fi.
- Incentivo a la participación ciudadana mediante aplicaciones móviles conectadas al sistema de alumbrado.

4) Ambientales

- Eliminación de luminarias con sodio y mercurio, contaminantes altamente dañinos.
- Reducción de emisiones de CO_2 y disminución de la huella de carbono del municipio.
- Menor contaminación lumínica gracias a la dirección precisa de la luz y al uso de sensores de movimiento.

9.2 IMPACTO CULTURAL

El alumbrado público en el municipio de **SAN RAFAEL**no solo cumple la función básica de iluminar espacios urbanos y rurales, sino que actúa como un catalizador del desarrollo social, la cohesión comunitaria y la

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

revitalización del patrimonio cultural. Su modernización, mediante tecnología LED y redes inteligentes, fortalece directamente las dinámicas culturales al ampliar y mejorar las condiciones para el uso nocturno del espacio público, promoviendo una cultura ciudadana activa y segura.

9.2.1 Relación entre iluminación y actividad cultural

La iluminación adecuada en calles, plazas, parques, malecones, escenarios abiertos y espacios patrimoniales permite que el municipio aproveche las horas nocturnas para el desarrollo de actividades culturales diversas, con impacto en todos los sectores sociales. La visibilidad segura y estética fomenta la apropiación del espacio público por parte de los ciudadanos, lo cual es esencial para la vitalidad cultural.

Entre las actividades directamente beneficiadas se encuentran:

- **Ensayos comunitarios y presentaciones de danzas folclóricas, comparsas y bandas musicales**, que tradicionalmente se llevan a cabo en horarios nocturnos.
- **Ferias de arte, exposiciones urbanas, y galerías itinerantes al aire libre**, que dependen de una iluminación adecuada para valorizar las obras presentadas.
- **Proyecciones audiovisuales, teatro callejero y festivales culturales**, que requieren de condiciones técnicas mínimas para garantizar una experiencia segura y atractiva para el público.

La mejora del alumbrado incrementa el uso del espacio público por parte de colectivos culturales, estudiantes, turistas y familias, convirtiéndose en una plataforma física y simbólica para la identidad local.

9.2.2 Iluminación y preservación del patrimonio inmaterial

El patrimonio cultural inmaterial de SAN RAFAEL—expresado en prácticas tradicionales, celebraciones populares, oralidad, danzas, comidas, turismo— se ve fortalecido al contar con entornos iluminados que permiten la continuidad de dichas expresiones fuera del horario diurno. De esta forma, la luz artificial se convierte en una herramienta para **proteger, difundir y transmitir el legado cultural**, especialmente entre generaciones jóvenes.

Las luminarias LED, con su capacidad para adaptar el tono, intensidad y dirección del haz de luz, permiten también la **iluminación escénica o patrimonial** con mínima interferencia ambiental, lo que es ideal para:

- Resaltar monumentos o fachadas coloniales sin alterarlas visual ni estructuralmente.
- Crear ambientes seguros y estéticos en centros históricos, santuarios y zonas de valor cultural.
- Promover el turismo nocturno responsable en eventos como recorridos patrimoniales, caminatas narrativas o intervenciones artísticas al aire libre.

9.2.3 Iluminación, cohesión social y seguridad cultural

La sensación de seguridad es un requisito indispensable para el ejercicio de los derechos culturales. El alumbrado moderno disuade actividades delictivas y recupera espacios que anteriormente eran subutilizados o inseguros. Esto fomenta la confianza ciudadana en el espacio público y fortalece el tejido social en torno a la convivencia y la interacción cívica.

Con luminarias eficientes y sostenibles:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- Se promueve el **uso colectivo del espacio público** por grupos culturales, jóvenes, familias y adultos mayores.
- Se fortalece el **comercio informal y gastronómico nocturno**, que muchas veces acompaña las celebraciones culturales.
- Se amplía el **horizonte temporal de la vida cultural local**, permitiendo que actividades no se limiten a horas diurnas y escolares.

9.2.4 Iluminación y estética urbana: una nueva narrativa visual para SAN RAFAEL

La iluminación urbana también tiene un **componente simbólico y estético**. Los espacios iluminados transmiten modernidad, cuidado del entorno y una narrativa visual que puede contribuir a la **marca territorial** del municipio. Un sistema de iluminación bien diseñado puede:

- Crear **escenarios visuales icónicos** que identifiquen a SAN RAFAELen la región.
- Reforzar la **imagen de ciudad segura, moderna y culturalmente activa**, útil para atraer visitantes, inversión y proyectos culturales.
- Estimular procesos de participación comunitaria en torno al diseño de espacios, el embellecimiento barrial y el sentido de pertenencia.

9.3 IMPACTO AMBIENTAL

La adopción de tecnologías avanzadas en el alumbrado público, como las luminarias LED, genera un impacto ambiental altamente positivo. Esta implementación no solo contribuye a la protección de la capa de ozono, sino que también previene la contaminación, al eliminar el uso de gases y materiales nocivos como el sodio y el mercurio, presentes en tecnologías obsoletas.

La transición hacia luminarias LED ofrece múltiples beneficios ambientales, agrupados en tres grandes categorías:

1) Mejoras visuales significativas

Las luminarias LED elevan la calidad visual del entorno urbano gracias a su alto Índice de Reproducción Cromática (IRC), que permite una percepción más nítida y realista de los colores, asemejándose a la luz diurna. El IRC, que se mide en una escala de 0 a 100, refleja la capacidad de una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores. La luz solar natural, con un IRC de 100, sirve como punto de referencia ideal.

El IRC es uno de los parámetros fundamentales para clasificar una luminaria, junto con la potencia y el voltaje de operación. No debe confundirse con la temperatura de color, ya que son independientes entre sí. Por ejemplo, una lámpara incandescente de 3000K puede alcanzar un IRC cercano a 100, mientras que un tubo fluorescente del mismo color puede tener un IRC inferior a 70. Además de mejorar la reproducción cromática, las luminarias LED presentan alta eficiencia energética y mayor durabilidad, lo que las convierte en una opción ideal para espacios públicos.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL



Figura N°14 . Foto: Iluminación de vía antes en sodio y después en LED

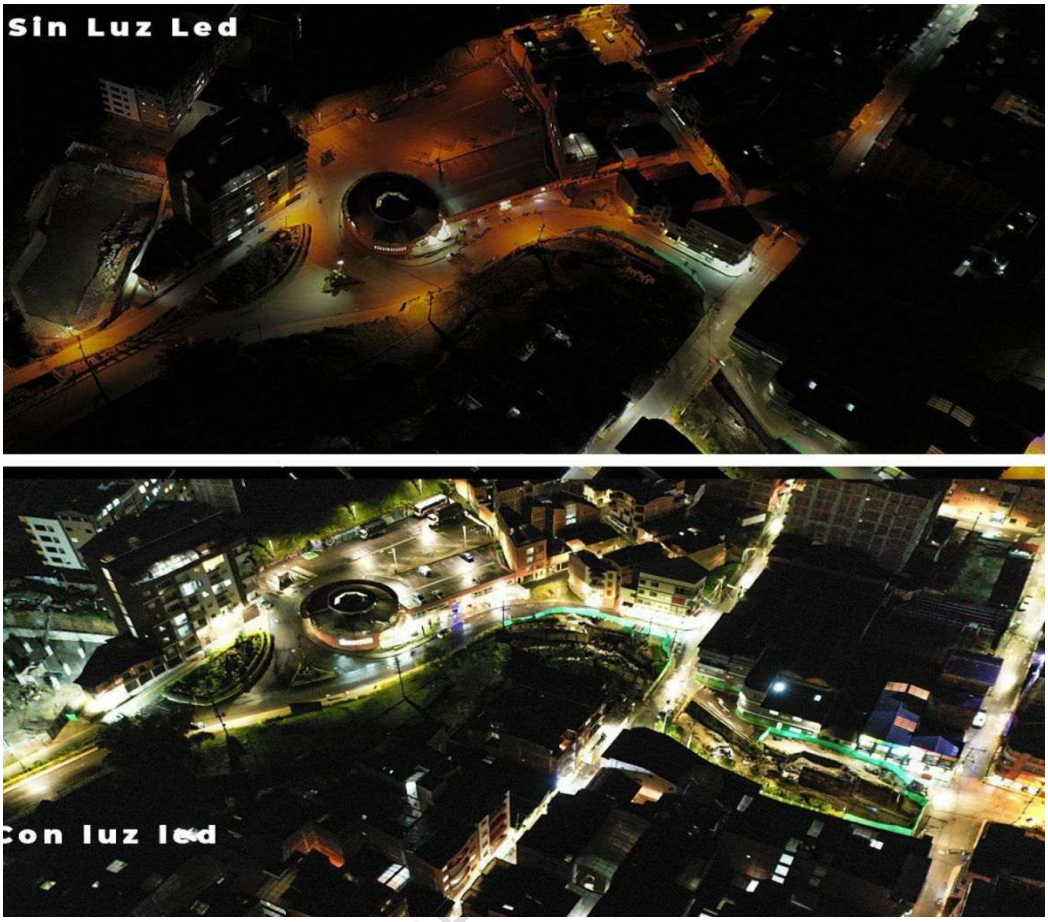


Figura N°15. Foto: Iluminación de vía, antes en sodio y después en LED



Figura N°16. Foto: Iluminación de calle, ante en sodio y después en LED



Figura N°17. Foto: Iluminación en sodio y después en LED

La diferencia entre luminarias LED, de sodio y de haluro metálico es especialmente evidente al observar su IRC:

- **IRC de 81–100:** Excelente reproducción de colores, ideal para entornos urbanos.
- **IRC de 61–80:** Reproducción de color aceptable pero limitada.
- **IRC menor a 60:** Baja fidelidad cromática, poco adecuada para el espacio público.

Recomendamos al municipio de **SAN RAFAEL** optar por luminarias LED con un IRC igual o superior a 85. Esto garantiza una iluminación de alta calidad y mayor eficiencia energética. A continuación, se comparan distintos tipos de bombillas según su IRC y aplicabilidad:

Tabla N°42
Tipos de bombillas según su IRC.

Tipo de bombilla	Rango IRC	Observaciones
LED	80–95	Alta eficiencia, larga vida útil y bajo mantenimiento
Incandescente / Halógena	100	Alta calidad cromática, pero alto consumo y corta vida
Fluorescente	15–85	Bajo IRC promedio, no recomendado para exteriores

ESTUDIO TECNICO

Haluro metálico	65–93	Costoso, mantenimiento elevado, voluminoso
Inducción	79	Pesadas, bajo rendimiento, costosas
Sodio alta presión	0–70	Baja fidelidad de color, contaminantes presentes
Sodio baja presión	0	No recomendadas para espacios públicos

Nota: tipos de bombillas según su IRC

2) Contribución a la conservación del medio ambiente

La tecnología LED es inherentemente sostenible, al eliminar el uso de materiales contaminantes y reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Su adopción tiene múltiples impactos positivos:

- **Cero emisiones de CO_2** durante su operación.
- **No contiene sodio ni mercurio**, elementos altamente contaminantes.
- **Ausencia de balastros**, lo que evita ruidos y vibraciones indeseadas.
- **Mejora de la percepción visual**, lo que contribuye a la seguridad ciudadana.
- **Menor contaminación lumínica**, al dirigir mejor el flujo de luz.

Este conjunto de ventajas convierte a la tecnología LED en un pilar fundamental para políticas públicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

3) Reducción significativa del consumo energético

Las luminarias LED no solo ofrecen una mejor calidad lumínica, sino que también permiten una reducción considerable en la potencia instalada y en el consumo energético total. Por ejemplo, una luminaria LED de 40W puede superar en rendimiento a una lámpara de sodio de 70W.

Los beneficios asociados a esta eficiencia incluyen:

- Reducción de la potencia instalada (repotenciación).
- Mayor eficiencia luminosa (más lúmenes por vatio).
- Iluminación más clara, similar a la luz natural.
- Menor huella de carbono en la operación del sistema de alumbrado.

4) Gestión ambiental y disposición de residuos

Durante la modernización del alumbrado público, es esencial aplicar buenas prácticas de manejo ambiental, incluyendo la adecuada disposición de luminarias obsoletas que contienen materiales peligrosos.
Se recomienda al Municipio de **SAN RAFAEL**:

- Diseñar e implementar un **Plan de Manejo Ambiental (PMA)** y un **Plan de Gestión Ambiental (PGA)** conforme a las directrices del Ministerio de Ambiente y la autoridad ambiental regional.
- Cumplir con lo establecido en el **Decreto 4741 de 2005** y el **Decreto 1609 de 2002**, así como cualquier normativa vigente sobre transporte y gestión de residuos peligrosos.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- Asegurar que el transporte y disposición de residuos peligrosos (sodio, mercurio, balastros, condensadores, etc.) sea realizado por gestores autorizados, con embalaje, etiquetado y planes de contingencia adecuados.

Una vez completada la modernización a LED, la generación de residuos peligrosos se reduce sustancialmente, mejorando así la sostenibilidad operativa del sistema.

9.4 IMPACTO FINANCIERO

La implementación de este proyecto tiene como objetivo reducir los costos operativos mediante la transición a tecnología LED, que es más eficiente en el consumo de energía por unidad de luz emitida en las áreas iluminadas. Esto no implica ningún impacto financiero negativo para el municipio, sino que permite una reestructuración financiera al redistribuir los fondos actualmente asignados a instalaciones y mantenimientos hacia otros sectores prioritarios.

Para respaldar el análisis económico del valor estimado del contrato, se realizó un inventario exhaustivo en los diferentes sectores y barrios de la zona urbana del Municipio de SAN RAFAEL, utilizando información proporcionada por la Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas en colaboración con la Oficina Asesora de Planeación. El objetivo principal de este estudio es evaluar el estado actual del servicio de alumbrado público, sus costos operativos y los requerimientos para modernizarlo con tecnología LED. Esta modernización busca mejorar tanto la eficiencia técnica como la económica del alumbrado, cumpliendo con los estándares de ahorro energético establecidos por la Ley 697 del 2011 emitida por la URE.

El cambio a tecnología LED garantiza automáticamente un ahorro en el consumo de energía. Al reemplazar todas las luminarias de sodio por LED, se optimiza el servicio al sustituir potencias de mayor consumo por luminarias de menor potencia que ofrecen una mejor iluminación y tienen una vida útil más larga. Este mejoramiento en los niveles de eficiencia también tendrá un impacto positivo en las finanzas municipales, ya que el municipio no deberá destinar recursos para la administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público ni para las obras necesarias, las cuales serán responsabilidad exclusiva del socio privado seleccionado por el municipio.

El servicio de alumbrado público representa a menudo más del 50% de la factura eléctrica de los municipios y conlleva costos elevados de operación y mantenimiento cuando no se gestiona eficientemente en términos de potencias y cargas manejadas, así como del uso adecuado de los recursos disponibles.

9.5 IMPACTO SOCIAL

El alumbrado público cumple una función esencial en la mejora de la seguridad ciudadana, al reducir significativamente las zonas oscuras en espacios públicos como parques, calles y avenidas. Esta iluminación disuasiva contribuye a disminuir la ocurrencia de delitos como hurtos, homicidios, consumo y tráfico de sustancias ilícitas. Su impacto va más allá de la seguridad física: representa un signo tangible de progreso y modernización, así como del compromiso institucional por garantizar un servicio continuo y de alta calidad que fortalezca la cohesión social.

ESTUDIO TECNIDO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Además de sus beneficios en materia de seguridad, el alumbrado público facilita el uso y disfrute del espacio urbano en horarios nocturnos, dinamizando la vida comunitaria y promoviendo entornos más seguros, habitables e inclusivos. Entre los efectos positivos más destacados se encuentran:

- **Impulso a la actividad deportiva y cultural nocturna:** La iluminación adecuada permite la realización de eventos y prácticas recreativas en horas de la noche, promoviendo hábitos saludables y el aprovechamiento del espacio público.
- **Movilidad más segura para peatones y vehículos:** La visibilidad que brindan las luminarias reduce riesgos de accidentes y mejora la fluidez del tránsito nocturno, tanto peatonal como vehicular.
- **Dinamización de la economía local:** Al iluminar zonas comerciales y corredores estratégicos, se estimula el comercio nocturno y se extiende la actividad económica más allá del horario diurno.
- **Mejora estética del entorno urbano:** La implementación de tecnología LED no solo optimiza el consumo energético, sino que también embellece parques, plazas y vías, generando ambientes más agradables y modernos.
- **Sensación de bienestar y confianza ciudadana:** Una correcta iluminación genera entornos percibidos como seguros, lo que incrementa la confianza de la población para realizar actividades nocturnas con tranquilidad.
- **Reducción de delitos y siniestros viales:** El alumbrado estratégico es un elemento clave en la prevención de actos delictivos y de accidentes, al crear condiciones más visibles y vigiladas durante la noche.

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 10
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y AMENAZAS DEL PROYECTO

10.1 POSIBLES RIESGOS Y AMENAZAS QUE PUEDAN AFECTAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En la ejecución de cualquier proyecto, en especial este que se requiere una gran inversión inicial y posteriormente recursos para su sostenimiento a través del tiempo hay que prever los riesgos más comunes que se puedan presentar.

A continuación, se presenta una tabulación de los posibles riesgos que se pueden presentar con el fin de saber proceder de la mejor manera para contrarrestarlos y/o mitigarlos de acuerdo a su clase o causa de riesgo:

Tabla N° 43

Clase y causa del riesgo	Observaciones	Mitigación	Asignación	Estimación del riesgo
1) Normativo				
a) Modificación de normas y leyes que regulan el servicio	Las modificaciones pueden afectar la prestación del servicio de alumbrado público.	Seguimiento permanente a las regulaciones del sector.	Municipio	Probabilidad: **Media** Impacto: **Medio**
b) Modificaciones ambientales	Cambios en la regulación ambiental pueden alterar parámetros técnicos y el flujo financiero del contrato.	Seguimiento a la normativa ambiental.	Prestador del servicio (daño emergente y lucro cesante)	Probabilidad: **Baja** Impacto: **Bajo**
c) Alteración o imposición de nuevos impuestos o gravámenes distintos al IAP	El prestador asume los riesgos derivados de la imposición o alteración de impuestos.	Monitoreo permanente de impuestos nacionales y municipales.	Prestador del servicio	Probabilidad: **Media** Impacto: **Bajo**
d) Modificación del impuesto de alumbrado público	Afecta las finanzas del prestador al modificar su remuneración.	Seguimiento permanente a la regulación del IAP.	Municipio	Probabilidad: **Media** Impacto: **Bajo**
2) Cambiario	Variaciones de la tasa de cambio o precios de luminarias afectan	Contar con plan de contingencia y	Concedente	Probabilidad: **Media** Impacto: **Bajo**

	costos de infraestructura y financiación.	análisis previo del negocio.		
3) Político	Alteraciones del orden público local que impidan la prestación del servicio.	Políticas sociales y atención comunitaria para mitigar.	Prestador (daño emergente y lucro cesante)	Probabilidad: **Media** Impacto: **Alto**
4) Operativo	Alteraciones contractuales o fallas técnicas (equipos, energía domiciliaria) que afectan la operación.	Plan de contingencia del prestador para minimizar riesgos.	Prestador del servicio	Probabilidad: **Baja** Impacto: **Bajo**
5) Financiación	Dificultades de recursos propios o créditos del prestador para inversiones en modernización.	Municipio debe verificar estados financieros y capacidad de capital de trabajo de los proponentes.	Prestador del servicio	Probabilidad: **Baja** Impacto: **Alto**
6) Tenencia de los bienes	El operador recibe bienes del municipio, asumiendo su custodia y administración.	Establecer cláusulas de protección y reversión en el contrato.	Prestador del servicio	Probabilidad: **Media** Impacto: **Bajo**
7) Pandemia	Evento fortuito ajeno al contrato que suspende la prestación.	Suscribir acta de suspensión temporal; trabajar bajo principio de solidaridad en pro de la comunidad.	Ambas partes	Probabilidad: **Baja** Impacto: **Alto**

Tabla N° 43. Riesgos

EESTUDIO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 11
PLAN DE MEJORAMIENTO A LA PRESTACION DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PUBLICO

11.1 PLAN INTEGRAL DE MEJORAMIENTO

A continuación, se presenta un breve resumen de las principales acciones que se deben contemplar en la Prestación y Operación Integral del Servicio de Alumbrado Público con el fin de obtener un óptimo resultado en beneficio de los habitantes y demás personas que habitan y7o circulan en horas de la noche por dentro y por fuera del municipio:

Tabla N° 44.

Ítem	Tipo	Hallazgo	Causa	Acción correctiva / de mejora	Periodicidad	% / Estado actual	Observaciones
1	Técnico	Luminarias apagadas en la noche	Fin de vida útil, fallas eléctricas, manipulación externa	Inspección y mantenimiento preventivo	Diario	5% de las luminarias instaladas	Inspección preliminar para identificar la causa del apagado.
2	Técnico	Luminarias encendidas en el día	Fallo de fotoceldas, mala conexión	Inspección y mantenimiento preventivo	Diario	5% de las luminarias instaladas	Verificar estado de fotoceldas y conexiones.
3	Técnico	Luminarias obsoletas	Fin de vida útil, cristalización, alto consumo	Sustitución progresiva por tecnología LED	Cada 10–15 años	98% obsoletas	Plan de modernización integral en LED.
4	Técnico	Postes deteriorados en bulevares	Fin de vida útil, efectos ambientales	Sustituir por postes metálicos exclusivos	Cada 25–30 años	0% (no hay postes exclusivos)	En expansiones, usar siempre postes exclusivos para embellecer el entorno.
5	Técnico	Parques con luminarias Sodio/MH y postería deteriorada	Vida útil vencida, obsolescencia tecnológica	Sustitución de postes y modernización a LED	Postes: 25–30 años Luminarias: 5–10 años	100% requieren intervención	Modernización embellece y reduce consumo energético.
6	Técnico	Entrada/salida vial principal sin alumbrado	Falta de infraestructura	Expansión con postes y luminarias LED	N/A	100% obsoleto en 500 m	Ejecutar expansión en tramo de acceso principal.

7	Técnico	Casco urbano con sectores sin cobertura	Falta de infraestructura	Expansión con postes y luminarias LED	N/A	10% sin cobertura	Realizar estudios para alcanzar 100% de cobertura.
8	Técnico	Zonas rurales sin cobertura	Falta de infraestructura	Expansión con postes y luminarias LED	N/A	3% sin cobertura	Ampliar cobertura rural al 100%.
9	Técnico	Zonas rurales con luminarias obsoletas	Vida útil vencida	Sustitución progresiva por tecnología LED	Cada 12 años	98% obsoletas	Plan de modernización anual en LED.
10	Técnico	Focos de oscuridad entre postes	Mal diseño, distancias inadecuadas	Revisión de diseño y nuevas instalaciones LED	Permanente	30% de las vías	Mejorar interdistancia con nuevos postes.
11	Técnico	Monumentos y Palacio sin iluminación ornamental	Falta de diseño lumínico	Implementar iluminación ornamental LED RGB	Permanente	100% sin iluminación	Embellecer sitios emblemáticos.
12	Técnico	Canchas deportivas y coliseo con luminarias obsoletas	Tecnología antigua, alto consumo	Sustitución por LED	Permanente	Obsoletas en su mayoría	Aplicar URE con luminarias LED deportivas.
13	Técnico / Administrativo	Censo desactualizado	Falta de actualización	Realizar censo de luminarias	Cada 1–2 años	N/A	Garantizar información precisa de carga instalada.
14	Técnico / Administrativo / Financiero	Alto costo energético	Obsolescencia tecnológica, errores de carga	Modernización LED y censo actualizado	Cada 1–2 años	N/A	Reducción de consumo y precisión en facturación.
15	Técnico	Luminarias sin codificación	Falta de identificación UCAP	Codificación de todas las luminarias	Cada vez que se requiera	100% sin código	Facilita control y trazabilidad.
16	Técnico	Falta de uniformidad en luminarias	Diferentes marcas y colores	Modernizar con una sola marca/color (blanco)	Según necesidad	N/A	Mejora estética y homogeneidad.
17	Jurídico / Adm. / Financiero	Déficit en el recaudo del IAP	Falta de actualización tarifaria	Modificación de Acuerdo tarifario	Según crecimiento y PBOT	N/A	Ajustar tarifas para garantizar sostenibilidad.

18	Jurídico / Adm. / Financiero	Déficit en sujetos pasivos del IAP	No inclusión de grandes contribuyentes	Actualizar Acuerdo e incluir nuevos sujetos	Según crecimiento y PBOT	N/A	Ampliar base gravable del impuesto.
19	Administrativo	Falta de oficina exclusiva de AP	Carencia presupuestal	Crear oficina especializada	Permanente	No existe	Mejor gestión, respuesta directa a PQR.
20	Administrativo	Falta de cuadrilla especializada	Carencia presupuestal	Crear cuadrilla propia con personal técnico	Permanente	No existe	Atención inmediata a mantenimientos y fallas.
21	Administrativo	Falta de equipos y herramientas	Carencia presupuestal	Dotar a la cuadrilla de equipos adecuados	Permanente	No existe	Facilita mantenimientos y expansión.
22	Administrativo	Falta de taller de servicio	Carencia presupuestal	Crear taller con personal técnico	Permanente	No existe	Permite reparaciones inmediatas y eficientes.
23	Técnico / Adm. / Financiero	Prestación directa del municipio	Falta de modelo financiero sostenible	Evaluar modelos de prestación integral	Según modelo escogido	100% a cargo del municipio	Escoger modelo que no afecte endeudamiento municipal.

Tabla N° 44. Plan de mejoramiento

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CAPITULO 12
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Estudio Técnico de referencia, Jurídico y Financiero ha permitido identificar una serie de problemáticas estructurales en la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de San Rafael, Antioquia. Entre las principales observaciones se destaca la necesidad urgente de revisar la carga real del sistema, dado que actualmente no existe claridad sobre la relación entre el consumo de energía registrado y el valor efectivamente recaudado a través del Impuesto de Alumbrado Público (IAP), el cual es transferido en su totalidad mes a mes a EPM S.A. E.S.P. sin una verificación técnica precisa de los consumos reales.

Este desconocimiento técnico evidencia la importancia de realizar un **nuevo censo de luminarias instaladas**, que permita verificar la cantidad, estado, ubicación y tipo de tecnología en uso. Esta labor es esencial para evitar posibles situaciones de **doble facturación**, donde se estaría cobrando simultáneamente por medición directa y por carga censada de luminarias inexistentes o desconectadas del sistema. Adicionalmente, se ha determinado que buena parte de las luminarias actualmente instaladas han superado su vida útil o emplean tecnologías de Sodio obsoletas y poco eficientes, lo que contraviene lo establecido por la Ley 697 de 2001 sobre el uso racional y eficiente de la energía. La modernización del sistema mediante la implementación de tecnologías LED no solo representa una mejora en términos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental, sino que también permitiría **reducir considerablemente los costos operativos del servicio**, generando ahorros significativos para las finanzas municipales y contribuyendo al cumplimiento de metas ambientales relacionadas con la reducción de gases de efecto invernadero.

A partir de estas consideraciones, se presentan a continuación las conclusiones que surgen del análisis integral de la situación actual del servicio de alumbrado público en el municipio, junto con las recomendaciones estratégicas orientadas a mejorar su eficiencia técnica, sostenibilidad financiera y conformidad normativa.

12.1 ESTADO ACTUAL Y VALORACION DEL SISTEMA

Se ha identificado un inventario actual de 701 **luminarias** en el municipio de San Rafael Antioquia con una predominancia de luminarias **en tecnología obsoleta de sodio** y no cumplen con los estándares modernos de eficiencia energética, años de garantía y ensayos mínimos requeridos para luminarias de alumbrado público. Es urgente reemplazar las luminarias **de Sodio actuales** y las pocas LED obsoletas instaladas, con **luminarias LED de última generación** que ofrezcan una **garantía de 8 a 10 años**, asegurando así una mayor durabilidad, eficiencia y menor necesidad de mantenimiento.

El **sistema de alumbrado público** actual tiene una **potencia instalada de 91.500 W**, con una demanda mensual de **38.114 kWh**, lo que implica un consumo energético elevado debido a las luminarias obsoletas que, aunque son LED, ya no proporcionan el rendimiento óptimo. Las luminarias **LED de última tecnología** no solo garantizan una mejor eficiencia lumínica y reducción en el consumo de energía, sino que también ofrecen una **garantía de 8 a 10 años**, lo que se traduce en una disminución significativa de costos a largo plazo y una mayor fiabilidad.

Este cambio es clave para cumplir con las normativas nacionales e internacionales, como el **Acuerdo de París de 2015**, la **Ley 1672 de 2013 (Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE)** y el **RETILAP**, que buscan reducir las emisiones de CO2 y mitigar el cambio climático. El reemplazo de

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

las luminarias de **Sodio y LED obsoletas** por **LED con garantía extendida** contribuirá a mejorar la calidad de la iluminación, garantizar una mayor durabilidad

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL(ANTIOQUIA)

INVENTARIO INICIAL DE ALUMBRADO PUBLICO

CARGA ACTUAL DE ALUMBRADO PUBLICO (SIN MODERNIZACION Y SIN EXPANSIONES)

TECNOLOGIA	POTENCIA	Pérdida en la	CANTIDAD	POTENCIA	Potencia Total	DEMANDA	DEMANDA	DEMANDA
		Reactancia	DE	INSTALADA	Incluye	Pérdidas	Sin Reactancia	Con Reactancia
	(Watt)	(Watt)	LUMINARIAS	(Watt)	Reactacia	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)	(KW-H-MES)
LED	40	0	9	360	360	0	130	130
	250	0	1	250	250	0	90	90
	1000	0	0	0	0	0	0	0
SODIO	70	11	367	25.690	29.727	1.453	9.248	10.702
	150	19	173	25.950	29.237	1.183	9.342	10.525
	250	29	98	24.500	27.342	1.023	8.820	9.843
	400	40	1	400	440	14	144	158
METAL HALIDE	125	12	24	3.000	3.288	104	1.080	1.184
	150	19	0	0	0	0	0	0
	250	29	11	2.750	3.069	115	990	1.105
	400	40	14	5.600	6.160	202	2.016	2.218
	1000	1000	3	3.000	6.000	1.080	1.080	2.160
CARGA TOTAL			**701**	**91.500**	**105.873**	**5.174**	**32.940**	**38.114**

RESUMEN	POTENCIAS Y DEMANDAS
Total Luminarias	**701**
Potencia Total (w)	91.500
Potencia Total (w) - Incluyéndose la reactancia -	105.873
Consumo mensual por pérdidas (Kw-mes)	5.174
Porcentaje de incremento que representa las pérdidas	14%
Consumo mensual total (incluidas las pérdidas) (Kw/mes)	38.114
Consumo total de semáforos (62*100*24*30/1000) (KW/MES)	0
Consumo total mensual Incluyendo Semáforos.(KW/MES)	38.114
VALOR ESTIMADO A PAGAR POR ENERGIA A $949/KWH	**36.170.452**

Valoración actual del sistema

PRESUPUESTO INICIAL SIN MODERNIZACION
UNIDADES CONSTRUCTIVAS ACTUALMENTE INSTALADAS
(UCAP ACTUALES SIN MODERNIZAR Y SIN EXPANSIONES)

DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CANT	VALOR INFRAESTRUCTURA	REMUNERACIÓN AOM
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA SODIO 70W	$ 1.325.565	367	$ 486.482.235	$ 38.918.579
LUMINARIA SODIO 150W	$ 1.432.285	173	$ 247.785.248	$ 19.822.820
LUMINARIA SODIO 250W	$ 1.592.365	98	$ 156.051.738	$ 12.484.139
LUMINARIA SODIO 400W	$ 1.632.385	1	$ 1.632.385	$ 130.591
LUMINARIA MERCURIO 125/150W	$ 1.432.285	24	$ 34.374.832	$ 2.749.987
LUMINARIA MERCURIO 250W	$ 1.592.365	11	$ 17.516.011	$ 1.401.281
LUMINARIA MH 400W	$ 1.632.385	14	$ 22.853.385	$ 1.828.271
LUMINARIA MH 1000W	$ 4.500.485	3	$ 13.501.454	$ 1.080.116
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	9	$ 14.912.372	$ 1.192.990
LUMINARIA LED 45-90W	$ 2.073.138	1	$ 2.073.138	$ 165.851
LUMINARIA LED 95-110W	$ 4.500.485	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL LUMINARIAS		**701**	**$ 997.182.800**	**$ 79.774.624**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1.197.821	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0**	**$ 0**
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				
Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0**	**$ 0**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.221	0	$ 0	$ 0
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.821	0	$ 0	$ 0
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.421	0	$ 0	$ 0
Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.921	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
DUCTOS SUBTERRANEOS				
Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.599	0	$ 0	$ 0
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL POSTES			**$ 0**	**$ 0**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458	0	$ 0	$ 0,0
Redes en Aluminio N° 6	$ 135.557	0	$ 0	$ 0,0
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 0**	**$ 0**

REGISTROS				
Registros	$ 528.042	0	$ 0	$ 0
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 0**	**$ 0**
T0TAL			**$ 997.182.800**	**$ 79.774.624**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 997.182.800**
CRTAn			**4,0%**	**$ 0**
CRTAl			**8,0%**	**$ 997.182.800**
Remuneración Anual OyM				**$ 79.774.624**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 3.988.731**
Remuneración total Anual OyM				**$ 83.763.355**
Remuneración Mensual OyM				**$ 6.980.280**

Es decir, que el sistema de alumbrado público del municipio de **San Rafael (Antioquia)** se encuentra valorado, según el estudio de mercado realizado, en un total de **$997.182.800 (NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE MILLONES CIENTO OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS PESOS M/CTE)** Esta valoración corresponde a las **Unidades Constructivas Actualmente Instaladas (UCAP actuales)**, sin considerar procesos de modernización ni expansiones del sistema. Dicho sistema presenta una obsolescencia tecnológica evidente, ya que **el 90 % de las luminarias corresponden a tecnología de Sodio de Alta Presión**, la cual tiene un bajo desempeño en eficiencia energética y contiene compuestos contaminantes como el mercurio, lo que genera impactos negativos en el ambiente y la salud pública.

12.2 VALORACION SISTEMA MODERNIZADO Y EXPANDIDO

Dado que la prestación del servicio de alumbrado público en los parques del municipio de San Rafael presenta deficiencias significativas, evidenciadas en la presencia de luminarias obsoletas y postes en estado de deterioro. Esta situación hace urgente la intervención del sistema mediante un proceso de modernización que contemple la sustitución de postes, redes eléctricas, tuberías y luminarias, implementando tecnología LED certificada conforme al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público —RETILAP—, con el propósito de garantizar una iluminación eficiente, segura y con cobertura integral en todas las áreas de uso público.

Como resultado de las acciones de modernización y expansión del sistema mediante la ejecución de obras con infraestructura exclusiva, se ha proyectado un censo técnico que establece **un total de 1.339** luminarias instaladas, reflejas en **un aumento de puntos lumínicos 91.01%,** garantizando una cobertura del servicio en zonas rurales y urbanas del municipio. Esta inversión representa un componente clave para la transformación integral del servicio, no solo mejorando la calidad de la iluminación pública, sino también contribuyendo significativamente a la reducción de emisiones de CO_2, fortaleciendo así la sostenibilidad ambiental y energética del municipio de San Rafael. La modernización incluirá el reemplazo de las actuales luminarias **LED de tecnología obsoleta** por luminarias **LED de última generación**, certificadas por el **RETILAP** y con garantías de **8 a 10 años**. Este cambio no solo garantizará un mejor desempeño y menor consumo energético, sino que también reducirá los costos asociados al mantenimiento frecuente que actualmente enfrenta el municipio debido a la falta de fiabilidad de las luminarias existentes:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

CONSOLIDADO TOTAL EN TECNOLOGIA LED DESPUES DE LAS OBRAS DE MODERNIZACION Y EXPANSION				
TECNOLOGIA	POTENCIA	Pérdida en la	CANTIDAD	Potencia
		Reactancia	DE	Kw
	(Watt)	(Watt)	LUMINARIAS	
LED	35-40	0	1073	42,92
	70-90	0	228	20,52
	DECORATIVA 60-90	0	98	8,82
SODIO	70	11	0	
	150	19	0	
	250	29	0	
	150	11	0	
METAL HALIDE	400	58	0	
1399				72,26
Total Luminarias				**1399**
Potencia Total (w)				72
Potencia Total (w) - Incluyéndose la reactancia -				
Consumo mensual por pérdidas (Kw-mes)				0
Porcentaje de incremento que representa las pérdidas				
Consumo mensual total (incluidas las pérdidas) (Kw/mes)				26.014
Consumo total de semáforos (62*100*24*30/1000) (KW/MES)				0
Consumo total mensual Incluyendo Semáforos.(KW/MES)				26.014
VALOR ESTIMADO A PAGAR POR ENERGIA A $949/KWH				**24.686.906**

Valoración del sistema modernizado y expandido

PRESUPUESTO TOTAL ACTIVOS TOTALES DEL ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZADO Y EXPANDIDO EN TECNOLOGIA LED INCLUYENDO LAS OBRAS EXCLUSIVAS DE ILUMINACION				
DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CANT	VALOR INFRAESTRUCTURA	REMUNERACIÓN AOM
LUMINARIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO ACTUALMENTE EXISTENTES				
LUMINARIA LED 35-40W	$ 1.656.930	1073	$ 1.777.886.183	$ 142.230.895
LUMINARIA LED 70-90W	$ 2.073.138	228	$ 472.675.526	$ 37.814.042
DECORATIVA LED 60-90W	$ 3.094.982	98	$ 303.308.263	$ 24.264.661
SUBTOTAL LUMINARIAS		**1399**	**$ 2.553.869.972**	**$ 204.309.598**
MEDIDORES PROPIOS				
Medidor para A.P.	1197820,833	0	$ 0,00	$ 0,00
SUBTOTAL MEDIDORES			**$ 0,00**	**$ 0,00**
CENTRO DE TRANSFORMACION PARA ALUMBRADO PUBLICO				

Transformador 10KVA, 1f/220	$ 17.432.734,23	0	$ 0,00	$ 0,00
SUBTOTAL TRANSFORMADORES			**$ 0,00**	**$ 0,00**
POSTES o APOYOS				
Poste metalico de 4-6 mt Para AP	$ 1.998.220,83	98	$ 195.825.641,67	$ 7.833.025,67
Poste metalico de 6mt/1b para AP	$ 2.531.820,83	150	$ 379.773.125,00	$ 15.190.925,00
Poste metalico 8-9mt/br para AP	$ 3.065.420,83	100	$ 306.542.083	$ 12.261.683,33
Poste metalico 8-9 mt/2br para AP	$ 3.398.920,83	0	$ 0	$ 0,00
SUBTOTAL POSTES			**$ 882.140.850**	**$ 35.285.634**
DUCTOS				
Tuberia Subterranea 3/4"X3m	$ 86.598,83	4408	$ 381.727.657	$ 15.269.106,29
Tuberia Subterranea 1"X3m	$ 89.400,23	0	$ 0	$ 0,00
SUBTOTAL DUCTOS			**$ 381.727.657**	**$ 15.269.106**
CONDUCTORES				
Red Encauchetado 2X14	$ 72.458,43	13920	$ 1.008.621.392	$ 40.344.855,68
Red Aluminio subterranea N° 6	$ 135.556,63	0	$ 0	$ 0,00
SUBTOTAL CONDUCTORES			**$ 1.008.621.392**	**$ 40.344.856**
REGISTROS EXCLUSIVOS PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PUBLICO				
Registros	$ 528.041,67	348	$ 183.758.500	$ 7.350.340,00
SUBTOTAL REGISTROS			**$ 183.758.500**	**$ 7.350.340,00**
T0TAL			**$ 5.010.118.372**	**$ 302.559.533,76**
Res CREG 101 013 2022			**PORCENTAJE**	**VALOR**
CRTA			**0,00%**	**$ 5.010.118.371,73**
CRTAn			**4,0%**	**$ 2.456.248.399,33**
CRTAl			**8,0%**	**$ 2.553.869.972,39**
Remuneración Anual OyM				**$ 302.559.533,76**
Costos ambientales			**5,0%**	**$ 15.127.976,69**
Remuneración total Anual OyM				**$ 317.687.510,45**
Remuneración Mensual OyM				**$ 26.473.959,20**
Remuneración Anual por Inversión (Tasa de retorno)			**12,09%**	**$ 714.209.657,73**
CRi				**$ 2.456.248.399,33**
CRl				**$ 2.848.547.276,90**
Ajuste por eficacia lumínica			**`(145/130)**	**$ 1,12**
Remuneración Mensual OyM				**$ 56.453.681,86**

A continuación, se detalla la composición del sistema según las UCAPs instalados como modernización y expansión:

- Luminarias activas: 1339 unidades
- Valor total de infraestructura (Modernizado y Expandido): $5.010.118.372
- Remuneración mensual estimada OyM: $56.453.681,86

La modernización, expansión y ejecución de obras exclusivas del sistema de iluminación y alumbrado público del municipio ascienden a la suma total de **$5.010.118.372** (**CINCO MIL DIEZ MILLONES CIENTO DIECIOCHO**

MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS M/CTE). Este valor representa un aumento del:(**$5.010.118.372 / $997.182.800) × 100 = 402,32 %** en comparación con el valor de los activos actuales del sistema de alumbrado público (UCAP), que están en el orden de **$997.182.800.** Esto significa que, una vez ejecutadas estas inversiones iniciales —en un período estimado de **dos (02**) a tres (03) años—, el Municipio de San Rafael, Antioquia, habrá incrementado el valor de sus activos o unidades constructivas en alumbrado público en más de cinco veces su valor inicial, consolidando así un sistema más moderno, eficiente y sostenible.

Concepto	Valor
Valor de los activos iniciales	$ 997.182.800
Valor de los activos finales (LED)	$ 5.010.118.372
Incremento total de activos	$ 4.012.935.572
Porcentaje de incremento	402,3 %

12.3 EXPANSIONES Y MODERNIZACIONES SUGERIDAS DEL SISTEMA

Como parte del proceso de modernización y ampliación del sistema de alumbrado público del municipio de **San Rafael**, se ha proyectado una serie de intervenciones orientadas a garantizar una cobertura más eficiente, segura y estéticamente adecuada, tanto en áreas urbanas como rurales. Las expansiones están divididas en dos grandes frentes: **expansiones generales en zonas viales y centros poblados**, y **expansiones en espacios de libre circulación como parques**, descritos en las siguientes tablas desarrolladas en el estudio técnico de referencia:

Tabla N° 45
Expansiones del servicio de Alumbrado Publico

EXPANSIONES EN GENERAL	LED		POSTES		
	35/40 W	50/90 W	4/5m	6m/1b	8m/1b
Expansiones Postes sin Luminarias Casco Urbano	200		0	0	0
Expansiones Postes sin luminarias Centros Poblados	150		0	0	0
Iluminación de vías: Salida a El Bizcocho (1,5km) 8m/1bz - 70wRled	0	60	0	0	60
Iluminacion de vías: Salida a San Carlos (1km) 8m/1bz - 70wRled	0	40	0	0	40
Iluminacion de vías: Salida a El Totumo (1km) 6m/1bz	50			50	0
Iluminacion de vías: Salida a Las Antenas La Ventana (1km) 6m/1bz	50			50	0
Iluminacion de vías: Salida a Arenales - Turistico (1km) 6m/1bz	50			50	0
TOTAL	500	100	0	150	100

Nota: Expansiones a realizar en el municipio de SAN RAFAEL

Tabla N°46
Modernización y Expansiones del Servicio de Alumbrado Publico

PARQUES (EXPANSION Y MODERNIZACION)	LED DECORATIVA	POSTES (Metros)	
		4/5 m	*6m*

Decorativa Led en Parque La Madre	12	12	0
Decorativa Led Parque Mi Rio	30	30	0
Decorativa Led Parque lineal	30	30	0
Decorativa Led Parque Principal	20	20	0
Decorativa Led Parque Infantil	6	6	0
TOTAL	**98**	**98**	**0**

Estas obras de iluminación y/o alumbrado público son de gran impacto, ya que actualmente estos sectores carecen de iluminación adecuada, lo cual afecta la seguridad de quienes transitan por la noche y el aspecto estético de la ciudad. Los costos para la realización de estas obras hacen parte de las inversiones iniciales con el fin de que sean realizadas bajo la normatividad vigente.

12.4 RECOMENDACIONES A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA LA PRESTACIÓN INTEGRAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO

12.4.1 CORTO PLAZO (menos de dos años):

- Buscar el socio estratégico inversionista a la mayor brevedad posible.
- Modernizar inmediatamente las luminarias en estado de obsolescencia con muy poca vida útil, los cuales se realizaran en menos de un año.
- Procurar y gestionar ante los contribuyentes el pago oportuno del impuesto de alumbrado público.
- Lograr comprometer contractualmente al socio estratégico inversionista para que realice las inversiones iniciales de las obras de modernización y expansión del alumbrado público en menos de dos (2) años.
- Realizar las adecuaciones necesarias para una eficiente prestación del servicio con una respuesta por orden de servicio no mayor a un intervalo de 48-72 horas desde la fecha del PQRS.

12.4.2 MEDIANO PLAZO: (entre dos y diez años):

- Mantener una óptima prestación del servicio mediante la realización periódica de mantenimientos al sistema.
- Realizar una malla fiscal con el fin de establecer e individualizar los contribuyentes que sean morosos o evasores del impuesto de alumbrado público.
- Una vez culminada la etapa de corto plazo (la ejecución de las obras de inversión inicial) verificar en terreno lugares donde aún se requiera expansiones.
- Realización periódica (cada dos años) del censo de luminarias instaladas en alumbrado público.
- Tratar de ejecutar obras de expansiones donde se requiera con el fin de mantener el 100% de cobertura. Esto comúnmente ocurre cuando, debido al crecimiento poblacional surgen nuevos barrios o vías antes no contenidas en el Estudio Técnico de Referencia del Alumbrado Público.

12.4.3 LARGO PLAZO (entre 10 y 20 años):

- Realización de los mantenimientos, toda vez que, es la actividad que se presta de manera permanente, dado que, con ella se logra prestar un servicio con calidad y eficiente en el tiempo.
- Realización de sustitución de luminarias LED en estado de obsolescencia o de modernización de las mismas por cambio de tecnología en ese entonces.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- Cuantificación de nuevas inversiones por modernización (cambio de tecnología) cada 15 años o antes si hubiese tecnología diferente a las LED.
- Implementación de desarrollos tecnológicos diferentes a los actuales existentes, en caso de que hubiese cambio de tecnología que permita su implementación en conjunto con el sistema de alumbrado público.

12.5 DIAGNÓSTICO ECONÓMICO Y RECOMENDACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

12.5.1 Diagnóstico Económico

Teniendo en cuenta la realidad económica actual del Municipio de San Rafael, se evidencia que el **recaudo promedio mensual** por concepto del servicio de alumbrado público asciende aproximadamente a **$36.181.080**. Sin embargo, este monto se destina casi en su totalidad al pago mensual del consumo de energía eléctrica, el cual se encuentra en el orden de los **$36.000.000**, lo que deja **sin disponibilidad de recursos** para atender actividades fundamentales como el **mantenimiento, la modernización o la expansión** del sistema de alumbrado público.

A partir de ese escenario, se concluye que, **una vez EPM realiza el cobro correspondiente por el consumo de energía eléctrica**, el remanente que queda disponible para inversión es **mínimo o nulo**, imposibilitando así la ejecución de las obras contempladas en el presente **Estudio Técnico de Referencia**, las cuales están enfocadas en una transformación integral del sistema. Estas obras requieren una inversión inicial estimada en **$5.010.118.372** (**CINCO MIL DIEZ MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS M/CTE**), valor que supera ampliamente la capacidad presupuestal actual del municipio.

12.5.2 Recomendación estratégica:

Frente a este panorama, se recomienda que el **Municipio de San Rafael** explore la posibilidad de vincular un **socio estratégico** para la operación y/o prestación integral del servicio de alumbrado público. Este socio debe contar con **suficiente músculo financiero**, experiencia comprobada en la prestación del servicio, y capacidad de ejecución de **obras de modernización y expansión**, que garanticen:

- La implementación de tecnologías eficientes (como luminarias LED),
- La cobertura en zonas actualmente desatendidas,
- La constitución de una oficina local y cuadrilla permanente de atención,
- Y la ejecución de las inversiones necesarias **bajo su propio riesgo y cuenta**, sin comprometer el presupuesto municipal.

Finalmente, es importante considerar que los **activos actuales del sistema** no se mantendrán una vez se culminen las obras de modernización, por lo cual se requiere una solución estructural y sostenible que asegure la continuidad del servicio con criterios de eficiencia, calidad y cobertura.

12.5.3 Etapa precontractual, contractual y postcontractual

a) Etapa precontractual:

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

- **Elaboración del Estudio Técnico de Referencia**, con base en lo dispuesto por la Ley 1150 de 2007 y el Decreto 943 de 2018, que defina el estado actual del sistema, los requerimientos de modernización, expansión y mantenimiento, así como las condiciones financieras y técnicas mínimas del concesionario.
- **Presentación ante el Concejo Municipal** de los siguientes **proyectos de Acuerdo**:
  - ✓ **Acuerdo de Facultades** que autorice al alcalde municipal a adelantar el proceso contractual mediante la modalidad de concesión del servicio de alumbrado público, garantizando una adecuada estructuración jurídica, técnica y financiera del contrato.
  - ✓ **Acuerdo de actualización de tarifas del impuesto de alumbrado público**, conforme a las recomendaciones emitidas en el estudio técnico y en concordancia con la Ley 1819 de 2016, el Decreto 943 de 2018 y la Sentencia de Unificación 2019-CE-SUJ-4-009 del Consejo de Estado.

b) Etapa contractual:

- Una vez aprobados los acuerdos por el Concejo Municipal, se iniciará el **proceso contractual de selección del concesionario**, siguiendo los lineamientos de la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007 y demás normas aplicables.
- **Elaboración y publicación en el SECOP** de los **estudios previos, estudios del sector, análisis de riesgos y proyecto de pliegos de condiciones**, orientados a definir las obligaciones del concesionario, el alcance del contrato, los indicadores de desempeño y las fuentes de financiación, incluyendo los ingresos proyectados por el impuesto de alumbrado público.
- **Selección del Concesionario**, que deberá acreditar experiencia técnica comprobada en operación, mantenimiento, modernización y expansión de sistemas de alumbrado público, así como solidez financiera y capacidad para asumir el proyecto bajo su propia cuenta y riesgo.
- **Suscripción del contrato de concesión**, el cual establecerá las condiciones de ejecución, duración, esquema de financiación, niveles de servicio, régimen de contraprestaciones y demás obligaciones contractuales.

c) Etapa postcontractual:

- **Suscripción del acta de inicio**, que habilita el comienzo de las actividades pactadas en el contrato, incluyendo los diagnósticos técnicos, la formulación del plan de ejecución y la movilización del concesionario.
- **Supervisión y control de la ejecución del contrato**, por parte de la entidad concedente, a través de interventoría externa especializada, que verificará el cumplimiento de los compromisos contractuales, la calidad de los trabajos, el cumplimiento de los cronogramas y el adecuado manejo de los recursos.
- **Desarrollo progresivo de las actividades de modernización, expansión y mantenimiento del sistema de alumbrado público**, de conformidad con los plazos y condiciones establecidos en el contrato de concesión.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

12.6 VENTAJAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL AL IMPLEMENTAR UN MODELO DE PRESTACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE UN SOCIO ESTRATÉGICO

Conforme a lo expuesto anteriormente, la vinculación de un operador con músculo financiero y experiencia técnica en la modernización y expansión del servicio de alumbrado público brindaría al municipio de San Rafael las siguientes **ventajas concretas**:

- **Implementación de tecnologías eficientes y sostenibles**: Incorporación de luminarias LED de última generación, con menores niveles de consumo energético y mayor vida útil, que contribuyen significativamente a la **reducción de emisiones de CO_2**, al **cuidado de la capa de ozono**, y permiten la integración de soluciones inteligentes como **sistemas de telegestión** y plataformas de **Smart City**.
- **Reposición inmediata de luminarias**: Garantía de reemplazo de luminarias en un plazo no mayor a **24 horas** ante incidentes como robo, vandalismo o daños por tormentas eléctricas, incluso cuando no estén cubiertos por la garantía de vida útil, asegurando así la **continuidad y calidad del servicio**.
- **Creación de una oficina PQRS local**: Instalación y funcionamiento permanente de una **oficina para la atención de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS)** en el municipio, que permitirá una **gestión directa, oportuna y cercana** del servicio de alumbrado público, abarcando también la operación, modernización y obras exclusivas de expansión.
- **Fortalecimiento de la seguridad ciudadana**: Mejora significativa en la **percepción y condiciones de seguridad** durante la noche, estimulando el desarrollo de actividades **económicas, sociales, culturales y deportivas** en espacios públicos y zonas de expansión del servicio.
- **Liberación de recursos del presupuesto municipal**: Posibilidad de **reasignar los recursos actualmente destinados al pago del servicio de alumbrado público** hacia otras necesidades prioritarias del municipio, gracias a la asunción de las inversiones por parte del operador.
- **Reducción del impacto ambiental**: Sustitución progresiva de luminarias obsoletas con tecnología contaminante (sodio y mercurio) por luminarias LED ecológicas, disminuyendo el **efecto invernadero y el calentamiento global**.
- **Mantenimiento técnico permanente**: Prestación de **servicios de mantenimiento preventivo y correctivo** en jornada laboral de lunes a sábado, garantizando el **óptimo funcionamiento del sistema** de alumbrado público.
- **Inversión privada de ejecución inmediata**: Posibilidad de **ejecutar las inversiones iniciales necesarias en un plazo no mayor a dos (2) o tres (3) años**, permitiendo la modernización y expansión del sistema en cumplimiento con las exigencias del **RETILAP** (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público).
- **Gestión delegada sin perder soberanía municipal**: El municipio podrá **delegar la operación integral del servicio** sin renunciar a su rol como garante y responsable del mismo, asegurando así el **cumplimiento normativo, el control y la supervisión permanente** del servicio en favor de la ciudadanía.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

12.7 DESVENTAJAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL SI NO VINCULA UN SOCIO ESTRATÉGICO Y SE LIMITA AL RECAUDO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

- **Insuficiencia presupuestal:** El recaudo actual apenas cubre el pago mensual de energía, sin permitir recursos para mantenimiento, modernización ni expansión del sistema.
- **Estancamiento tecnológico:** Imposibilidad de implementar luminarias LED, sistemas de telegestión o soluciones tipo Smart City, por falta de capacidad financiera.
- **Deterioro progresivo del sistema:** Sin mantenimiento adecuado ni reposición oportuna, las luminarias existentes perderán funcionalidad, generando zonas oscuras e inseguras.
- **Incumplimiento del RETILAP:** No se podrían cumplir los requisitos técnicos y normativos exigidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.
- **Baja cobertura en zonas rurales y turísticas:** No habría recursos para llevar iluminación a sectores aún no atendidos, limitando el desarrollo local y la seguridad.
- **Deficiente atención a PQRS:** Falta de una oficina técnica o cuadrilla especializada local dificulta la atención oportuna de peticiones, quejas, reclamos y fallas técnicas.
- **Desmejora en la percepción ciudadana:** El deterioro del servicio afectaría negativamente la confianza de la comunidad en la administración municipal.
- **Riesgo de apagones o interrupciones prolongadas:** Sin reposición rápida de luminarias por daños, robos o tormentas, el municipio se enfrentaría a zonas sin iluminación durante días o semanas.
- **Pérdida de oportunidad de inversión privada:** Se desaprovecha la posibilidad de que un operador asuma los riesgos e inversiones necesarias sin comprometer el presupuesto municipal.
- **Limitación del desarrollo nocturno:** Actividades económicas, recreativas, deportivas o culturales en horario nocturno seguirán restringidas por la falta de iluminación eficiente.

12.8 CONSUMO DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA DOMICILIARIA

Con base en la información consultada en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios de Colombia (SUI), se identificaron los datos correspondientes al consumo promedio anual de energía eléctrica domiciliaria en el municipio de San Rafael durante los últimos tres años (2021, 2023 y 2024), según lo reportado en la sección de Indicadores y Reportes de Información de Servicios Públicos Domiciliarios:

Figura 18

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2021
Periodo	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Total Facturado

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	Total Facturado Empresa Departamento y Municipio	840,377,285	2,608,833,656	371,179,286	63,775,429	1,613,778	ND	2,531,602,090	49,563,528	916,576,149	1,374,689,364	320,614,404	2,863,813,408

Figura 18: Total facturado anual energía 2021

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Figura 19

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2021
Período	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Consumo Promedio

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	consumo promedio Empresa Departamento y Municipio	725.15	985.05	1,481.86	2,032.69	2,765	ND	950.69	2,097.85	4,047.77	24,838.68	35,428	9,109.8

Figura 19: Consumo promedio de energía kW/h 2021

Figura 20

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2023
Período	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Consumo Promedio

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	consumo promedio Empresa Departamento y Municipio	739.72	997.63	1,517.98	1,037.11	ND	ND	960.01	1,882.48	4,177.22	28,997.66	31,586	9,758.18

Figura 20: Consumo promedio de energía 2023

Figura 21

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2023
Período	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Total Facturado

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	Total Facturado Empresa Departamento y Municipio	1,184,458,967	3,858,869,449	544,733,862	88,469,505	ND	ND	3,879,582,716	79,657,585	1,296,475,477	2,264,533,159	385,125,984	4,322,899,432

Figura 21: Total facturado anual energía 2023

Figura 22

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2024
Periodo	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Total Facturado

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	Total Facturado Empresa Departamento y Municipio	810,856,147	2,748,038,506	379,997,078	89,268,863	ND	ND	2,757,010,371	56,112,652	899,180,980	1,236,661,637	241,474,568	2,624,387,564

Figura 22: Total facturado anual energía 2024

Figura 23

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio

Año	2024
Periodo	25
Ubicación	Total
Departamento	ANTIOQUIA
Municipio	SAN RAFAEL
Empresa	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
Reporte a Consultar	Consumo Promedio

Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	SAN RAFAEL	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	consumo promedio Empresa Departamento y Municipio	435.38	605.89	935.35	585.59	ND	ND	578.89	1,109.6	2,433.96	14,149.75	17,830.53	5,047.54

Figura 23: Consumo promedio de energía 2024

12.9 REVISIÓN Y AJUSTE DE TARIFAS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Para asegurar el óptimo desarrollo de las conclusiones de este estudio, es fundamental revisar y ajustar las tarifas del impuesto de alumbrado público conforme al Decreto 943 de 2018, que modifica el Artículo 2.2.3.6.1.7 del Decreto 1073 de 2015. Este ajuste debe basarse en los siguientes criterios técnicos:

- **Costos Totales por Actividad:**

a) Costo Total de Modernización y Expansión: $ 5.010.118.372

b) Costo de Energía Consumida una vez realizadas las inversiones (LED): $24.686.906 mensuales

c) Interventoría: 10% del valor recaudado por concepto del IAP, discriminado así:

Concepto	Valor ajustado
Director de Interventoría	$5.198.750
Técnico Electricista	$2.599.375
Secretaría	$1.975.525

Papelería	$519.875
Viáticos	$2.122.787
Alquiler de moto / transporte nocturno	$2.122.787
Total	**$14.546.485**

- **Clasificación socioeconómica del municipio:**

Se tuvieron en cuenta los estratos socioeconómicos que existen en el municipio, para lo cual, fue fundamental para la proyección del recaudo del Impuesto de Alumbrado Público el cual es la base del equilibrio financiero del presente proyecto.

- **Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliaria:**

Según información del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios de Colombia (SUI), pudimos encontrar los datos promedio del consumo de energía eléctrica domiciliaria en Colombia de los últimos tres años (2019, 2020, 2021)

Tabla N° 47.

Según información del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios de Colombia (SUI), pudimos encontrar los datos promedio del consumo de energía eléctrica domiciliaria en Colombia de los últimos tres años (2019, 2020, 2021)

Variable Calculada	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E- 5	E - 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
Consumo Promedio usuarios rurales	96	124	201	229	231	331	123	11.955	2.291	2.826	8.029	6.524
Consumo Promedio usuarios urbanos	119	135	138	175	294	110	135	677.049	512	3.405	61.875	688.913

Fuente: SUI

Tabla N° 47. Consumo de energía domiciliaria en Colombia últimos tres años

12.10 RECOMENDACIÓN DE PLAZO PARA INVERSIONES

Considerando el alto costo asociado a la modernización del sistema actual de alumbrado público —que implica tanto la repotenciación de luminarias existentes mediante la incorporación de tecnologías más eficientes como la ejecución de obras de expansión—, se recomienda implementar este proceso en un periodo de dos (2) a tres (3) años, según flujo financiero. No obstante, una reducción en este plazo resultaría significativamente más favorable para la comunidad, ya que contribuiría a la disminución de los índices de delincuencia e inseguridad, fomentaría el uso nocturno de parques y espacios públicos para actividades recreativas, deportivas, culturales, sociales y comerciales, y mejoraría sustancialmente la movilidad peatonal y vehicular en horarios nocturnos.

12.11 AMPLIACIÓN DE LA BASE GRAVABLE

Para garantizar el equilibrio financiero del proyecto y alcanzar el recaudo necesario que permita financiar la modernización, expansión y ejecución de obras exclusivas de alumbrado público, se hace indispensable ampliar la base gravable del impuesto mediante la vinculación de grandes contribuyentes. Estos deberán ser personas naturales o jurídicas con capacidad de pago, que desarrollen actividades económicas y/o de servicios en predios ubicados dentro del municipio de San Rafael, y que consuman energía de manera significativa. Esta inclusión debe realizarse bajo los principios constitucionales de equidad, eficiencia y progresividad del tributo, en armonía con lo dispuesto en la Ley 1819 de 2016, el Decreto 943 de 2018, la Sentencia de Unificación 2019-CE-SUJ-4-009 y la Resolución CREG 101-013 de 2022.

Se debe tener en cuenta que el alumbrado público es considerado USUARIO NO REGULADO por tener una carga superior a 0,1mw o 55mwh/mes, la que se le debe permitir negociar su tarifa, y solicitar que esas tarifas de energía para al alumbrado público, se cotice o se facture como no regulado.

12.12 SIMULACIÓN DEL FLUJO FINANCIERO

Con el actual nivel de recaudo del impuesto de alumbrado público en el municipio de **San Rafael**, no se cuenta con los recursos suficientes para implementar las proyecciones establecidas en este estudio, orientadas a la modernización y expansión del sistema existente. Por esta razón, se hace necesaria la participación de un **operador integral del servicio**, que asuma la responsabilidad de la expansión, administración, mantenimiento y operación del sistema de alumbrado público, incluyendo también los desarrollos tecnológicos asociados. Entre estos se destacan: la modernización de luminarias, la ejecución de obras exclusivas de iluminación, la ampliación del sistema y la puesta en marcha de una oficina de atención (PQRS) con cuadrilla operativa permanente.

En este contexto, se evidencia la **urgente necesidad de aumentar el recaudo** del impuesto a través de una **reestructuración de la matriz tarifaria**, con el fin de alcanzar el umbral mínimo requerido para optimizar el servicio. Esta acción se encuentra respaldada por los artículos **350 y 351 de la Ley 1819 de 2016**.

Como parte del estudio, se realizó la **simulación del flujo financiero con inversiones**, empleando los parámetros regulados por la **Resolución CREG 101-013 de 2022**, con el propósito de viabilizar:

- La modernización tecnológica de luminarias obsoletas de sodio, mediante su reemplazo por tecnología LED.
- La instalación de luminarias LED en postes actualmente sin iluminación.
- La construcción de nuevas obras exclusivas de alumbrado público (postes, redes y luminarias LED) para atender focos de oscuridad existentes en diversos sectores del municipio.
- La creación de una oficina operativa con cuadrilla exclusiva para el servicio de alumbrado público.

El valor estimado para la ejecución de estas inversiones asciende a la suma de **$5.010.118.372** (**CINCO MIL DIEZ MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS M/CTE**), con una proyección de implementación de **dos (2) años**. El análisis financiero demuestra que estas inversiones son viables a lo largo de un período de **20 años**, con posibilidad de **prórroga por 10 años adicionales**, para contemplar una segunda modernización o el reemplazo por vencimiento de vida útil (estimada en un máximo

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

de 15 años). Este escenario permite alcanzar el **equilibrio financiero**, considerando al impuesto de alumbrado público como **única fuente de financiación** para recuperar los costos de inversión y garantizar la prestación integral del servicio.

Cabe señalar que, conforme al **artículo 350 de la Ley 1819 de 2016**, cualquier ingreso adicional derivado de la vinculación de nuevos sujetos pasivos del impuesto (grandes contribuyentes o nuevas empresas) deberá ser destinado prioritariamente a la **iluminación navideña u ornamental**. En consecuencia, se concluye que, en aplicación del **artículo 351 de la misma ley**, se deben **ajustar las tarifas** del impuesto de alumbrado público, a fin de cubrir los costos mínimos indispensables para la modernización, expansión y operación del servicio, incluyendo:

- El pago de la energía consumida.
- La interventoría del contrato.
- La administración, operación y mantenimiento del sistema.

Por lo que se sugiere Mantener el recaudo promedio actual:

RECAUDO ALUMBRADO PUBLICO	
dic-24	33.488.847,04
ene-25	35.436.044,16
feb-25	36.926.116,72

Nota: Información suministrada por la administración municipal de San Rafael

Actualmente, el recaudo aproximado obtenido a través de las tarifas aplicadas a los **estratos socioeconómicos residenciales suscriptores de energía**, conforme al **Acuerdo Municipal N.º 024 del 23 de diciembre de 2020**, asciende a **$36.181.080 M/CTE (treinta y seis millones ciento ochenta y un mil ochenta pesos)**. Por esta razón, **se recomienda mantener dichas tarifas vigentes** para los estratos residenciales, a fin de no afectar su capacidad de pago y mantener la equidad tributaria. Estas tarifas se encuentran detalladas en la siguiente tabla:

Tabla N° 48

ESTRATO	SECTOR	TARIFA EN UVT
ESTRATO 1	URBANO	0.05 UVT
ESTRATO 2	URBANO	0.1 UVT
ESTRATO 3	URBANO	0.15 UVT
ESTRATO 4	URBANO	0.2 UVT
SECTOR INDUSTRIAL	URBANO	0.5 UVT
SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS	URBANO	0.5 UVT
SECTOR OFICIAL	URBANO	0.6 UVT
ESTRATO 1	RURAL	0.01 UVT
ESTRATO 2	RURAL	0.015 UVT
ESTRATO 3	RURAL	0.15 UVT
ESTRATO 4	RURAL	0.2 UVT
SECTOR INDUSTRIAL	RURAL	0.5 UVT
SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS	RURAL	0.5 UVT
SECTOR OFICIAL	RURAL	0.6 UVT

Tabla N°48 Tabla de tarifas vigentes desde 2021

Sin embargo, dado que persiste un déficit de $**148.000.044** (**CIENTO CUARENTA Y OCHO MILLONES CUARENTA Y CUATRO MIL PESOS M/CTE.)** para alcanzar el recaudo mínimo requerido **(184.225.080), es necesario incluir a nuevos sujetos pasivos** del impuesto. En este sentido, se propone gravar a las **Grandes Empresas, Grandes Contribuyentes o Contribuyentes Especiales**, con base en la **actividad económica que desarrollan dentro del municipio**, siempre que cuenten con predios o instalaciones físicas ubicadas en la jurisdicción y que realicen consumo de energía eléctrica (convencional o no convencional), incluyendo auto generadores o cogeneradores.

Este ajuste permitirá distribuir equitativamente la carga fiscal bajo el **principio de progresividad tributaria**, asegurando que quienes más capacidad tienen, contribuyan proporcionalmente al financiamiento del servicio. Solo así se podrá **viabilizar técnica y financieramente el proyecto**, completando el **recaudo mínimo de $148.000.044 M/CTE**, y garantizando la sostenibilidad del sistema de alumbrado público en condiciones de calidad, eficiencia y continuidad.

12.13 ESTUDIO DE MERCADO DE TARIFAS APLICADAS EN MUNICIPIOS ANTIOQUEÑOS

Para la formulación de esta propuesta tarifaria, se tuvo en cuenta el **siguiente estudio de mercado comparado**, el cual recoge las tarifas del impuesto de alumbrado público aplicadas en otros municipios del departamento de Antioquia, tanto para **estratos residenciales** como para **grandes contribuyentes**:

Tabla N° 49

TARIFA DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PUBLICO EN MUNICIPIO ANTIOQUEÑOS						
CATEGORIA	**MUNICIPIO ANTIOQUEÑO**					
	CAÑAS GORDAS (Acuerdo 025/18)	**CAICEDO (Acuerdo 019/20)**	**VALDIVIA (Acuerdo 031/17)**	**HELICONIA (Acuerdo 023/21)**	**SANTA ROSA DE OSOS (Acuerdo 010/18)**	**LIBORINA (Acuerdo 031/16)**
FACTURACIÓN RESIDENCIAL ESTRATO 1	15,5% UVT = $5890	0,170 UVT = $6460	25% SMDLV = $8333	0,14uvt = $5320 o 10% consumo energía	15% UVT = $5700	12% consumo energía
FACTURACIÓN RESIDENCIAL ESTRATO 2	18,4% UVT = $6992	0,252 UVT = $9577	30% SMDLV = $10000	0,17uvt = $6460 o 10% consumo energía	19% UVT = $7220	12% consumo energía
FACTURACIÓN RESIDENCIAL ESTRATO 3	20.7% UVT = 7866	0,310 UVT = $11781	32% SMDLV = $10666	0,22uvt = $8360 o 10% consumo energía	40% UVT = 15201	12% consumo energía
FACTURACIÓN RESIDENCIAL ESTRATO 4	25% UVT = 9501	0,390 UVT = $14821	50% SMDLV = $16666	0,41uvt = $15581 o 10% consumo energía	60% UVT = $22802	12% consumo energía
FACTURACIÓN RESIDENCIAL ESTRATO 5	50% UVT = 19002			0,41uvt = $15581 o 10% consumo energía	70% UVT = 26602	12% consumo energía

*Tabla N° 49. Estudio de mercado de Tarifas del IAP en estratos 1,2,3,4,5 aplicadas actualmente en otros municipios de Antioquia. (*ESTUDIO REFERENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO - Alcaldía Municipal de Heliconia En Antioquia*, n.d.)*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

12.14 ESTUDIO DE MERCADO DE TARIFAS PARA GRANDES CONTRIBUYENTES

Adicionalmente, se realizó un **estudio de mercado a nivel nacional** para determinar las tarifas que pagan en promedio las grandes empresas que ejercen actividades económicas en diferentes municipios de Colombia, según se resume a continuación:

Tabla N° 50

TARIFAS DEL IAP QUE EN PROMEDIO PAGAN LAS GRANDES EMPRESAS QUE EJERCEN ACTIVIDAD ECONOMICA EN DIFERENTES MUNICIPIOS							
MUNICIPIO VS		**MUNICIPIOS Y ACUERDOS TARIFARIOS**					
ACTIVIDAD ECONOMICA		**BECERRIL (ACUERDO 005 DEL 2014)**	**GIRARDOT (E.T.M. CAPITULO IX)**	**SAN ROQUE (ACUERDO 018 DEL 2014)**	**VILLANUEVA (ACUERDO 013 DEL 2021)**	**NECOCLI (ACUERDO 011 DEL 2013)**	**ALGARROBO (ACUERDO 010 DEL 2016)**
ACTIVIDAD ECONOMICA	BANCOS - SERVICIOS BANCARIOS O CREDITICIOS	5 SMMLV	6 SMMLV	2 SMMLV	2.725.578	5 SMMLV	3 SMMLV
	ANTENAS CELULARES	10 SMMLV	5 SMMLV	5 SMMLV	7.268.208	10 SMMLV	8 SMMLV
	EMPRESAS DE SSPP	5 SMMLV	1% de la venta de energía en el municipio		4.542.630	10 SMMLV	12 SMMLV
	PEAJES O CONCESION VIAL		10 SMMLV		9.085.260		
	SUBESTACIONES	27 SMMLV	650 UVT	10 SMMLV	12.000.000	15 SMMLV	15 SMMLV
	PETROLERAS / RECURSOS NATURALES / CARBONERAS	50 SMMLV		26 SMMLV	18.170.520		23 SMMLV
	FUMIGACION AEREA	3 SMMLV					
	LINEAS FERREAS						20 SMMLV
	EMPRESASAGRICOLAS DE FASE INDUSTRIAL						
	HIDROELECTRICAS O GENERADORAS DE ENERGIA			15 SMMLV	8.500.000		
	CANTERAS			10 SMMLV			
	GASODUCTOS - GAS NATURAL		3 SMMLV	10 SMMLV			12 SMMLV
	LINEAS DE TRANSMISION DE ENERGIAS			10 SMMLV			15 SMMLV
	TIENDAS DE CADENA				20% CONSUMO		
	EDS – ESTACION DE BOMBEO DE COMBUSTIBLE				20% CONSUMO		
	REFORESTADORAS DE MADERA				5.451.156		
	EXTRACTORA DE ACEITES, PRODUCTORAS Y/O PROCESADORAS DE GRANOS				5.451.156		10 SMMLV

*Tabla N° 50. Tarifas Promedio en el mercado que pagan grandes contribuyentes en IAP. (*5. ACTUALIZACIÓN ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA ALUMBRADO PÚBLICO*, n.d.;* ESTUDIO REFERENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO - Alcaldía Municipal de Heliconia En Antioquia*, n.d.;* ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA DEL ALUMBRADO PUBLICO*, 2022)*

Se observa que las tarifas del Impuesto de Alumbrado Público aplicadas actualmente en varios municipios del departamento de Antioquia, como se evidencia en la Tabla 40 Y 41, resultan ser un referente adecuado para San Rafael, ya que son en promedio similares a las sugeridas en este estudio y pueden contribuir significativamente a mejorar el recaudo municipal. En este contexto, se propone mantener las tarifas actuales para las categorías de usuarios residenciales, comerciales, industriales y oficiales, las cuales continuarán gravándose mensualmente conforme a un porcentaje del consumo de energía eléctrica, sin distinción entre usuarios del servicio regulado, no regulado, auto generadores o cogeneradores. Así mismo, se sugiere incluir dentro del esquema tarifario a los grandes contribuyentes o contribuyentes especiales que desarrollan actividades económicas o de servicios dentro del municipio, siempre que sean consumidores de energía y cuenten con predios, instalaciones o establecimientos físicos en funcionamiento. Esta medida se fundamenta en los principios de legalidad y progresividad tributaria, así como en lo dispuesto por la Sentencia de ***Unificación 2019-CE-SUJ-4-009*** del Consejo de Estado, tomando como referencia las tarifas que estos sujetos pagan en promedio por concepto del impuesto de alumbrado público en otros municipios del país. A continuación, se presenta una tabla con la propuesta de tarifas aplicables, basada en el estudio de mercado comparativo realizado:

Tabla N° 51

RECAUDO I.A.P.			
GRANDES CONTRIBUYENTES	TARIFA	CANTIDAD	RECAUDAR
RECAUDO POR ELECTRIFICADORA	GL	1	36.181.080
CENTRALES HIDROELECTRICAS (generacion energia electrica con uso del agua) Isagen y EPM	30SMMLV	2	85.410.000
EMPRESAS DE SERIVCIOS PUBLICOS y SUBESTACIONES DE ENERGIA ELECTRICA (ISA)	10SMMLV	1	14.235.000
ENTIDADES FINANCIERAS CREDITICIAS Y/O BANCARIAS	4SMMLV	1	5.694.000
TIENDAS DE CADENA O VENTAS POR RETAIL (D1)	3SMMLV	1	4.270.500
EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DE TELEFONIA FIJA O CELULAR	10SMMLV	2	28.470.000
EDS - Estaciones de Gasolina (Zeuss y Terpel)	2SMMLV	2	5.694.000
EMPRESAS DE APUESTAS O LOTERIAS A NIVEL NACIONAL (GANA)	3SMMLV	1	4.270.500
TOTAL			184.225.080

Tabla N° 51. Recaudo promedio requerido para viabilidad del proyecto.

- ✓ Las empresas con subestaciones de energía eléctrica que tengan predios o establecimientos físicos, en los cuales posean o tengan instaladas subestaciones de energía eléctrica, en cualquier parte de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, pagarán el impuesto de alumbrado público, para ejercer su actividad

económica o de servicios, se gravarán con una tarifa mensual de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las empresas de telecomunicaciones fija o celular; y/o cualquier otro tipo de empresa que utilicen o sean propietarias de antenas o torres u otro tipo de infraestructura para uso de telecomunicaciones, telefonía fija y/o celular, que tengan o usen predios o establecimientos físicos en cualquier parte del Municipio de SAN RAFAEL, para ejercer su actividad económica o de servicios, se gravarán con una tarifa mensual de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Entidades Bancarias, corporaciones financieras o crediticias, que tengan o usen predios o establecimientos físicos en cualquier parte del Municipio de SAN RAFAEL, para ejercer su actividad económica o de servicios, se gravarán con una tarifa mensual de cuatro (4) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Hidroeléctricas o Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) o Generadoras de energía eléctrica a través del uso del agua, que tengan o usen predios o establecimientos físicos dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, para poder desarrollar su actividad económica o de servicio, se gravarán con una tarifa mensual de Treinta (30) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Tiendas de cadena y/o Almacenes de cadena y/o aquellas tiendas o almacenes de cadena, que se dediquen a las ventas por Retail o Mayorista, que tengan o usen predios o establecimientos físicos dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, para poder desarrollar su actividad económica o de servicios, se gravarán con una tarifa mensual de tres (3) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Estaciones de Servicio (EDS), que tengan o usen predios o establecimientos físicos en arriendo o como propietario dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL para poder desarrollar su actividad económica o de servicio gravarán con una tarifa mensual de dos (2) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las empresas de apuestas y/o ventas de loterías a nivel nacional que tengan o usen predios o establecimientos físicos dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, para poder desarrollar su actividad económica o de servicio, se gravarán con una tarifa mensual de tres (3) salarios mínimos mensuales legales vigentes

- ✓ Las Empresas dedicadas al relleno sanitario, o disposición final de basuras, o recolección de basuras, o recolección de residuos sólidos, o a la gestión integral de residuos sólidos, que no sean de propiedad del municipio, que tengan o usen predios o establecimientos físicos dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, para poder desarrollar su actividad económica o de servicio, se gravarán con una tarifa mensual de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las instalaciones de Peajes y/o de cobro de Peajes o las empresas dedicadas al cobro de Peajes, que tengan o usen predios o establecimientos físicos en arriendo o como propietario dentro de la jurisdicción

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

del Municipio de SAN RAFAEL para poder desarrollar su actividad económica o de servicio gravarán con una tarifa mensual de cinco (5) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Empresas de Servicios Públicos (que no sean de propiedad del municipio), que tengan o usen predios o establecimientos físicos en cualquier parte del Municipio de SAN RAFAEL, para ejercer su actividad económica o de servicios gravarán con una tarifa mensual de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

- ✓ Las Canteras, empresas trituradoras o de extracción de piedra y/o de cualquier otro tipo de mineral que tengan o usen predios o establecimientos físicos dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL, para poder desarrollar su actividad económica o de servicio gravarán con una tarifa mensual de dos (2) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

12.15 SENTENCIA DE UNIFICACIÓN 2019-CE-SUJ-4-009

Es de resaltar que en la **SENTENCIA DE UNIFICACIÓN 2019-CE-SUJ-4-009** Estableció Criterio de Jurisprudencial aclarando las condiciones que debe tener un Contribuyente para ser considerado SUJETO PASIVO del Impuesto de Alumbrado Público así:

> ***D. La existencia de activos ubicados o instalados en el territorio del municipio para desarrollar actividades económicas específicas***, Este parámetro hace referencia a los bienes utilizados por las empresas dedicadas a la exploración, explotación, suministro y transporte de recursos naturales no renovables [como hidrocarburos (oleoductos, gasoductos), minerales (líneas férreas)], las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica, las empresas del sector de las telecomunicaciones (como antenas instaladas), empresas concesionarias que presten servicio de peajes o que administren vías férreas.
>
> La Sala ha mantenido un criterio uniforme frente a las mencionadas empresas, según el cual son sujetos pasivos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público siempre y cuando reúnan las siguientes condiciones:
>
> **1. Que sean usuarios potenciales del servicio** en tanto hagan parte de la colectividad que reside en el municipio que administra el tributo. Es decir, que tengan, por lo menos, un establecimiento físico en esa jurisdicción municipal.
> **2. Que, por tal motivo, resulten beneficiadas directa o indirectamente**, de forma transitoria o permanente con el servicio de alumbrado público.
> …
>
> ***Subregla d*.** Las empresas dedicadas a la exploración, explotación, suministro y transporte de recursos naturales no renovables, las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica, las empresas del sector de las telecomunicaciones, empresas concesionarias que presten servicio de peajes o que administren vías férreas *que tengan activos ubicados o instalados en el territorio del municipio para desarrollar una*

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

actividad económica específica serán sujetos pasivos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público siempre y cuando tengan un establecimiento físico en la jurisdicción del municipio correspondiente y, por ende, sean beneficiarias potenciales del servicio de alumbrado público.

E. Prueba de la calidad de sujeto pasivo del impuesto sobre el servicio de alumbrado público de las empresas que tienen activos en el territorio del municipio para desarrollar actividades económicas específicas. En los asuntos de carácter particular, la jurisprudencia ha sentado el criterio según el cual, tratándose de empresas dedicadas a la exploración, explotación, suministro y transporte de recursos naturales no renovables, las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica o a las empresas del sector de las telecomunicaciones que niegan su calidad de sujeto pasivo, corresponde a la administración municipal demostrar la existencia de establecimiento físico en esa jurisdicción de la respectiva empresa y que, por ende, se beneficia del servicio de alumbrado público.

Por tal razón Las grandes empresas que tengan establecimiento físico o predios dentro de la jurisdicción del Municipio de SAN RAFAEL podrán ser gravadas en Impuesto de Alumbrado Público según la SENTENCIA DE UNIFICACION 2019-CE-SUJ-4-009 antes descrita.

12.16 COBRO A GRANDES CONTIBUYENTES

El cobro de estas Tarifas a los Grandes Contribuyentes se puede hacer a través de Liquidación Oficial que el Municipio de SAN RAFAEL emita directamente mes a mes al domicilio del Contribuyente y/o a través del recibo de la energía eléctrica.

12.17 MODELOS MAS COMUNES PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO

Se concluye que existen 4 tipos de modelos más comunes para la prestación del servicio del alumbrado público en Colombia, las cuales son las que a continuación se relacionan:

Criterio	Prestación Directa por el Municipio	Contrato Interadministrativo	Sociedad de Economía Mixta (Municipio xx% - Privado yy%)	Contrato de Concesión (Ley 80 de 1993 / Ley 1508 de 2012)
Prestación del Servicio	Alta responsabilidad recae sobre el Municipio. Riesgo de mala calidad por falta de estructura operativa (sin oficina PQRS exclusiva ni	Si es con empresa operadora de red, asume la prestación, pero con baja calidad. Si es otra empresa, el Municipio sigue siendo responsable. En ambos casos, no hay PQRS ni cuadrilla exclusiva.	La SEM asume la prestación del servicio con total responsabilidad. ✔ Ventaja: Cuenta con oficina y cuadrilla permanente, lo que garantiza eficiencia, calidad y	El concesionario asume plenamente la prestación del servicio. ✔ Ventaja: Eficiencia, calidad y continuidad aseguradas con oficina y cuadrilla permanente,

TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

	cuadrilla técnica permanente).		continuidad del servicio.	descongestionando al Municipio.
Mantenimientos Preventivos y Correctivos	✗ De mala calidad, discontinuos. Dependen de disponibilidad presupuestal, generalmente insuficiente.	✗ De mala calidad y no continuos. No reponen luminarias dañadas por caída, vandalismo, rayos, sobrecargas, etc. No hay cuadrilla ni PQRS en el municipio.	✓ Continuos y eficientes. Se reponen luminarias en todos los casos mencionados. Cuadrilla y PQRS permanentes garantizan respuesta oportuna.	✓ Continuos y eficientes. Se reponen luminarias dañadas. Cuadrilla y PQRS permanentes en el municipio aseguran atención oportuna.
Responsabilidad por Daños a Terceros	El Municipio es directamente responsable.	El Municipio es solidariamente responsable.	La SEM es responsable por ser una sociedad de derecho privado, pero el Municipio podría asumir responsabilidades en algunos casos.	Total responsabilidad del concesionario. ✓ El Municipio queda exento de responsabilidad por daños causados por el operador.
Adornos Navideños e Iluminación Ornamental	A cargo del Municipio.	No realiza decoración ni iluminación ornamental.	✓ Realiza iluminación ornamental y navideña conforme al art. 350 de la Ley 1819 de 2016, favoreciendo la redistribución del gasto municipal.	✓ El concesionario invierte en iluminación navideña y ornamental (Ley 1819/16), generando ahorro para el Municipio.
Oficina de PQRS (8 a.m. a 12 m / 2 p.m. a 6 p.m.)	✗ Generalmente no existe oficina PQRS exclusiva para Alumbrado Público.	✗ No se cuenta con oficina PQRS en el municipio ni exclusiva del servicio.	✓ Existe oficina PQRS permanente y exclusiva de A.P. en el municipio.	✓ Oficina PQRS permanente y exclusiva de A.P. en el municipio.
Servicio al Cliente	Deficiente por no contar con atención especializada.	Deficiente; la entidad que firma el convenio no presta este servicio.	✓ Atención directa, eficiente y oportuna por tener oficina PQRS en el municipio.	✓ Atención directa, eficiente y oportuna por tener oficina PQRS en el municipio.

COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MODELOS PARA OPERAR EL ALUMBRADO PUBLICO ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN Y PRESTACION INTEGRAL DEL SERVICIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO				
Criterio	**Prestación Directa**	**Contrato Interadministrativo**	**Sociedad de Economía Mixta (Municipio xx% - Privado yy%)**	**Contrato de Concesión (Ley 80/93 - Ley 1508/12)**
Prestación del servicio	El Municipio asume directamente. Alta responsabilidad operativa. Servicio de baja calidad por falta de oficina PQRS y cuadrilla exclusiva.	La empresa operadora presta el servicio, pero con baja calidad. El Municipio sigue siendo responsable.	La SEM asume la prestación con calidad, eficiencia y continuidad. ✔ Cuenta con cuadrilla y oficina PQRS permanente.	El concesionario asume el servicio con calidad, eficiencia y continuidad. ✔ Cuenta con cuadrilla y oficina PQRS permanente.
Mantenimiento preventivo y correctivo	✘ De mala calidad, discontinuos, dependen del presupuesto.	✘ No reponen luminarias dañadas. Sin cuadrilla ni PQRS local. Mantenimiento ineficiente.	✔ Mantenimientos continuos y eficientes. Se reponen luminarias por daños o vandalismo. Con cuadrilla y PQRS local.	✔ Mantenimientos continuos y eficientes. Se reponen luminarias por daños o vandalismo. Con cuadrilla y PQRS local.
Responsabilidad por daños a terceros	El Municipio es directamente responsable.	El Municipio es solidariamente responsable.	La SEM responde como sociedad de derecho privado, pero el Municipio puede tener parte de la responsabilidad.	✔ El concesionario asume toda la responsabilidad. El Municipio queda exento.
Iluminación ornamental y navideña	A cargo del Municipio.	No realiza este tipo de actividades.	✔ Realiza iluminación ornamental y navideña conforme al Art. 350 de la Ley 1819/16.	✔ Incluye iluminación ornamental y navideña (Art. 350 Ley 1819/16).

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

Oficina PQRS	✗ No tiene oficina PQRS exclusiva.	✗ No cuenta con oficina PQRS exclusiva ni ubicada en el municipio.	✓ Tiene oficina PQRS exclusiva y permanente en el municipio.	✓ Tiene oficina PQRS exclusiva y permanente en el municipio.
Servicio al cliente	✗ Deficiente por falta de estructura de atención.	✗ No se presta.	✓ Atención directa y permanente con oficina PQRS.	✓ Atención directa y permanente con oficina PQRS.
Relación laboral del personal	A cargo directo del Municipio.	A cargo de quien suscribe el convenio, temporalmente.	Compartida entre el Municipio y el privado.	A cargo exclusivo del concesionario.
Cuadrilla técnica exclusiva en el municipio (con transporte propio)	✗ No dispone.	✗ No dispone.	✓ Tiene cuadrilla permanente especializada con transporte propio.	✓ Tiene cuadrilla permanente especializada con transporte propio.
Administración del impuesto de A.P.	El Municipio lo administra desde sus cuentas.	Electrificadora administra su recaudo o el Municipio paga desde el impuesto.	La SEM lo administra desde sus cuentas propias.	Se administra mediante fiducia como fuente exclusiva de financiación.
Mejoramiento de las finanzas del Municipio	✗ No mejora las finanzas.	✗ No mejora las finanzas.	✓ Libera recursos del Municipio antes destinados a mantenimiento e iluminación.	✓ Libera recursos del Municipio antes destinados a mantenimiento e iluminación.
Inversión inicial requerida para modernización ($ 1.214.782.746)	El Municipio debe aportar el 100%.	El Municipio debe aportar el 100%.	✓ Aporte 100% del privado. El Municipio puede participar con activos en especie.	✓ El concesionario realiza el 100% de la inversión y operación.
Inversión para expansiones del sistema ($ 3.795.335.626)	El Municipio debe financiar completamente.	No se contemplan expansiones. El Municipio debe financiarlas.	✓ El privado financia el 100%.	✓ El concesionario financia el 100%.
Garantías de cumplimiento de inversiones	Requiere pólizas. Aplica caducidad según Ley 80.	Requiere pólizas. Aplica caducidad según Ley 80.	No requiere pólizas ni aplica caducidad (no regulado por Ley 80).	Requiere pólizas. Aplica caducidad según Ley 80.

CAPITULO 13
ANEXOS

ANEXO 1

LISTADO LUMINARIAS GEOREFERENCIADAS

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

NOMBRE	MARCA	TECNOLOGÍA	(W)	Longitud	Latitud
SRL1	Electro	Sodio	70	-75.037124007940292	6.295380005612969
SRL2	Electro	Sodio	70	-75.037124007940292	6.295380005612969
SRL3	Electro	Sodio	70	-75.037124007940292	6.295380005612969
SRL4	Electro	Sodio	70	-75.037124007940292	6.295380005612969
SRL5	Electro	Sodio	70	-75.037124007940292	6.295380005612969
SRL6	Electro	Sodio	70	-75.036824019625783	6.295312028378248
SRL7	Electro	Sodio	70	-75.036018015816808	6.294837025925517
SRL8	Electro	Sodio	70	-75.035891029983759	6.294952025637031
SRL9	Electro	Sodio	70	-75.035891029983759	6.294952025637031
SRL10	Electro	Sodio	70	-75.035954983904958	6.295112958177924
SRL11	Celsa	Sodio	150	-75.03565700724721	6.295347986742854
SRL12	Celsa	Sodio	150	-75.036030001938343	6.295526018366218
SRL13	Electro	Sodio	70	-75.036361003294587	6.295512020587921
SRL14	Electro	Sodio	70	-75.035375962033868	6.295505985617638
SRL15	Roy A	Sodio	150	-75.03514202311635	6.295592989772558
SRL16	Electro	Sodio	70	-75.034892996773124	6.29561897367239
SRL17	Electro	Sodio	70	-75.034599965438247	6.295585026964545
SRL18	Celsa	Sodio	150	-75.034662997350097	6.295792981982231
SRL19	Roy A	Sodio	150	-75.034468034282327	6.295582009479404
SRL20	Roy A	Sodio	150	-75.034355968236923	6.295365002006292
SRL21	Celsa	Sodio	70	-75.034308023750782	6.295124022290111
SRL22	Celsa	Sodio	150	-75.03426100127399	6.294754967093468
SRL23	Electro	Sodio	70	-75.033956989645958	6.294871978461742
SRL24	Electro	Sodio	70	-75.033645015209913	6.294975997880101
SRL25	Celsa	Sodio	150	-75.033367993310094	6.295260982587934
SRL26	Roy A	Sodio	150	-75.033735958859324	6.295649986714125
SRL27	Celsa	Sodio	250	-75.034084981307387	6.295730033889413
SRL28	Celsa	Sodio	250	-75.033421972766519	6.295935977250338
SRL29	Roy A	Sodio	150	-75.033163977786899	6.295133996754885
SRL30	Electro	Sodio	70	-75.0326510053128	6.295170960947871
SRL31	Roy A	Sodio	150	-75.032453024759889	6.295199040323496
SRL32	Roy A	Sodio	70	-75.03234900534153	6.295343963429332
SRL33	Roy A	Sodio	150	-75.032055974006653	6.294766031205654
SRL34	Roy A	Sodio	150	-75.031632017344236	6.294641979038715
SRL35	Electro	Sodio	70	-75.031435964629054	6.294624041765928
SRL36	Roy A	Sodio	150	-75.031143017113209	6.29458699375391
SRL37	Electro	Sodio	70	-75.031402017921209	6.294756978750229
SRL38	Roy A	Sodio	150	-75.031550964340568	6.294721020385623
SRL39	Electro	Sodio	70	-75.031525986269116	6.295043975114822
SRL40	Roy A	Sodio	150	-75.031578037887812	6.295238016173244
SRL41	Roy A	Sodio	150	-75.031702006235719	6.29551000893116
SRL42	Electro	Sodio	70	-75.031836032867432	6.295643029734492
SRL43	Roy A	Sodio	150	-75.032053962349892	6.295741014182568

SRL44	Roy A	Sodio	150	-75.03222000785172	6.295820977538824
SRL45	Electro	Sodio	70	-75.032323021441698	6.295872023329139
SRL46	Celsa	Sodio	70	-75.032933978363872	6.295608999207616
SRL47	Celsa	Sodio	70	-75.032916041091084	6.295646969228983
SRL48	Celsa	Sodio	70	-75.033134976401925	6.295630959793925
SRL49	Roy A	Sodio	150	-75.031463960185647	6.295466003939509
SRL50	Roy A	Sodio	150	-75.031089959666133	6.295414958149195
SRL51	Electro	Sodio	70	-75.031227003782988	6.296533020213246
SRL52	Electro	Sodio	70	-75.031220968812704	6.296560009941459
SRL53	Celsa	Sodio	150	-75.031008990481496	6.295933965593576
SRL54	Roy A	Sodio	150	-75.031113009899855	6.295786025002599
SRL55	Electro	Sodio	70	-75.031135976314545	6.295155035331845
SRL56	Roy A	Sodio	150	-75.03114796243608	6.294854041188955
SRL57	Electro	Sodio	70	-75.030941013246775	6.294764019548893
SRL58	Roy A	Sodio	150	-75.030917041003704	6.29493098706007
SRL59	Electro	Sodio	70	-75.030897008255124	6.294903997331858
SRL60	Electro	Sodio	70	-75.030729034915566	6.294882958754897
SRL61	Electro	Sodio	70	-75.030949981883168	6.295112036168575
SRL62	Electro	Sodio	70	-75.030916035175323	6.295079011470079
SRL63	Electro	Sodio	70	-75.030731968581676	6.295088985934854
SRL64	Electro	Sodio	70	-75.030668014660478	6.295078005641699
SRL65	Electro	Sodio	70	-75.030633984133601	6.295246984809637
SRL66	Electro	Sodio	70	-75.030879992991686	6.295256959274411
SRL67	Electro	Sodio	70	-75.030905976891518	6.295242961496115
SRL68	Electro	Sodio	70	-75.030806986615062	6.295345975086093
SRL69	Electro	Sodio	70	-75.030641024932265	6.295342035591602
SRL70	Roy A	Sodio	150	-75.030282028019428	6.295443037524819
SRL71	Electro	Sodio	70	-75.029929988086224	6.29538101144135
SRL72	Electro	Sodio	70	-75.029866034165025	6.295592989772558
SRL73	Electro	Sodio	70	-75.029873996973038	6.295739002525806
SRL74	Electro	Sodio	70	-75.029833009466529	6.295889038592577
SRL75	Electro	Sodio	70	-75.02981498837471	6.29574503749609
SRL76	Electro	Sodio	70	-75.029934011399746	6.295063002035022
SRL77	Electro	Sodio	70	-75.029926970601082	6.294845994561911
SRL78	Electro	Sodio	70	-75.029926970601082	6.294812969863415
SRL79	Electro	Sodio	70	-75.029919007793069	6.294619012624025
SRL80	Roy A	Sodio	150	-75.030890973284841	6.294488003477454
SRL81	Celsa	Sodio	150	-75.030710007995367	6.294495966285467
SRL82	Electro	Sodio	70	-75.030496018007398	6.29443502984941
SRL83	Electro	Sodio	70	-75.030378000810742	6.294376021251082
SRL84	Roy A	Sodio	150	-75.030151018872857	6.294364035129547
SRL85	Electro	Sodio	70	-75.029981033876538	6.294256998226047
SRL86	Electro	Sodio	70	-75.029991008341312	6.294065974652767
SRL87	Celsa	Sodio	150	-75.030107013881207	6.293808985501528

SRL88	Celsa	Sodio	150	-75.030111959204078	6.293524000793695
SRL89	Celsa	Sodio	150	-75.030408008024096	6.293363990262151
SRL90	Celsa	Sodio	150	-75.030646976083517	6.293427022174001
SRL91	Celsa	Sodio	150	-75.030875969678164	6.293431967496872
SRL92	Celsa	Sodio	150	-75.031064981594682	6.293402966111898
SRL93	Electro	Sodio	70	-75.031321970745921	6.293357033282518
SRL94	Sylvania	Led	60	-75.031603015959263	6.293278997763991
SRL95	Electro	Sodio	70	-75.031762020662427	6.293501034379005
SRL96	Celsa	Sodio	150	-75.031803008168936	6.293676970526576
SRL97	Electro	Sodio	70	-75.031363964080811	6.293163998052478
SRL98	Electro	Sodio	70	-75.031527997925878	6.292998036369681
SRL99	Electro	Sodio	70	-75.031653977930546	6.292992001399398
SRL100	Electro	Sodio	70	-75.031817005947232	6.292861998081207
SRL101	Electro	Sodio	70	-75.031883977353573	6.292764013633132
SRL102	Sylvania	Led	60	-75.032519996166229	6.29286702722311
SRL103	Celsa	Sodio	150	-75.03247800283134	6.292874990031123
SRL104	Roy A	Sodio	70	-75.032209027558565	6.292835008352995
SRL105	Electro	Sodio	70	-75.032063014805317	6.292538037523627
SRL106	Sylvania	Led	60	-75.032481020316482	6.292366040870547
SRL107	Sylvania	Led	60	-75.032364008948207	6.292340978980064
SRL108	Electro	Sodio	70	-75.032139960676432	6.292107962071896
SRL109	Electro	Sodio	70	-75.032194023951888	6.291623990982771
SRL110	Celsa	Sodio	150	-75.032356968149543	6.291279997676611
SRL111	Celsa	Sodio	150	-75.032648993656039	6.291175978258252
SRL112	Electro	Sodio	70	-75.032589985057712	6.290663005784154
SRL113	Celsa	Sodio	150	-75.03282300196588	6.290373997762799
SRL114	Celsa	Sodio	150	-75.033525992184877	6.290162019431591
SRL115	Celsa	Sodio	150	-75.033750962466002	6.290027992799878
SRL116	Electro	Sodio	70	-75.034071989357471	6.289621973410249
SRL117	Celsa	Sodio	70	-75.034002000465989	6.289026020094752
SRL118	Celsa	Sodio	150	-75.033994037657976	6.288702981546521
SRL119	Electro	Sodio	70	-75.033936034888029	6.288874978199601
SRL120	Electro	Sodio	70	-75.034307017922401	6.288808006793261
SRL121	Celsa	Sodio	150	-75.034273993223906	6.287837969139218
SRL122	Celsa	Sodio	150	-75.034034019336104	6.287448965013027
SRL123	Electro	Sodio	70	-75.03393704071641	6.287005981430411
SRL124	Celsa	Sodio	70	-75.033795973286033	6.286618988960981
SRL125	Celsa	Sodio	70	-75.033587012439966	6.286190003156662
SRL126	Electro	Sodio	70	-75.033706035465002	6.28599101677537
SRL127	Electro	Sodio	70	-75.034408019855618	6.284407004714012
SRL128	Roy A	Sodio	150	-75.03441103734076	6.284370040521026
SRL129	Electro	Sodio	70	-75.034483959898353	6.284202989190817
SRL130	Roy A	Sodio	150	-75.034435009583831	6.284029986709356
SRL131	Electro	Sodio	70	-75.034351022914052	6.283970978111029

SRL132	Celsa	Sodio	70	-75.034153964370489	6.283670989796519
SRL133	Celsa	Sodio	70	-75.03368298523128	6.283234963193536
SRL134	Celsa	Sodio	150	-75.033378973603249	6.283022984862328
SRL135	Celsa	Sodio	150	-75.033140005543828	6.282831961289048
SRL136	Electro	Sodio	70	-75.032818978652358	6.282114973291755
SRL137	Roy A	Sodio	150	-75.033090971410275	6.280024023726583
SRL138	Roy A	Sodio	70	-75.03179001621902	6.278403969481587
SRL139	Roy A	Sodio	70	-75.031696977093816	6.277886973693967
SRL140	Electro	Sodio	70	-75.031615002080798	6.277535017579794
SRL141	Electro	Led	45	-75.031650038436055	6.277446001768112
SRL142	Roy A	Sodio	70	-75.031415009871125	6.275600977241993
SRL143	Electro	Led	45	-75.030963979661465	6.274307984858751
SRL144	Electro	Led	45	-75.031023994088173	6.273360997438431
SRL145	Roy A	Sodio	150	-75.030956016853452	6.272857999429107
SRL146	Roy A	Sodio	150	-75.031434036791325	6.269880998879671
SRL147	Roy A	Sodio	150	-75.031422972679138	6.269874041900039
SRL148	Roy A	Sodio	150	-75.031486004590988	6.269763987511396
SRL149	Roy A	Sodio	150	-75.031494973227382	6.269745966419578
SRL150	Roy A	Sodio	150	-75.03136002458632	6.269456036388874
SRL151	Roy A	Sodio	150	-75.031013013795018	6.269238023087382
SRL152	Roy A	Sodio	150	-75.024672020226717	6.263213027268648
SRL153	Roy A	Sodio	70	-75.025452962145209	6.26384099945426
SRL154	Celsa	Sodio	70	-75.025452962145209	6.26384099945426
SRL155	Electro	Sodio	70	-75.025452962145209	6.26384099945426
SRL156	Electro	Sodio	70	-75.025452962145209	6.26384099945426
SRL157	Electro	Sodio	70	-75.035542007535696	6.289476966485381
SRL158	Roy A	Sodio	150	-75.031373016536236	6.293058972805738
SRL159	Roy A	Sodio	150	-75.03127695992589	6.292999964207411
SRL160	Roy A	Sodio	150	-75.031202025711536	6.293122004717588
SRL161	Roy A	Sodio	150	-75.031267991289496	6.293194005265832
SRL162	Celsa	Sodio	150	-75.030083041638136	6.293481001630426
SRL163	Electro	Sodio	70	-75.029844995588064	6.293359966948628
SRL164	Celsa	Sodio	150	-75.029646009206772	6.29325301386416
SRL165	Celsa	Sodio	150	-75.029646009206772	6.29325301386416
SRL166	Electro	Sodio	70	-75.029646009206772	6.29325301386416
SRL167	Celsa	Sodio	150	-75.028961040079594	6.292885970324278
SRL168	Electro	Sodio	70	-75.028799017891288	6.292869038879871
SRL169	Celsa	Sodio	150	-75.028591984882951	6.292829979211092
SRL170	Celsa	Sodio	1000	-75.028531970456243	6.29286996088922
SRL171	Electro	Sodio	70	-75.028285039588809	6.292943973094225
SRL172	Electro	Sodio	70	-75.028089992702007	6.292777005583048
SRL173	Celsa	Sodio	150	-75.027899974957108	6.292677009478211
SRL174	Celsa	Sodio	150	-75.027670981362462	6.292627975344658
SRL175	Electro	Sodio	70	-75.027235960587859	6.292516998946667

SRL176	Electro	Sodio	70	-75.027081985026598	6.292235031723976
SRL177	Electro	Sodio	70	-75.027005039155483	6.292155990377069
SRL178	Electro	Sodio	70	-75.027005039155483	6.292155990377069
SRL179	Electro	Sodio	70	-75.026853997260332	6.292104022577405
SRL180	Electro	Sodio	70	-75.026431968435645	6.292001008987427
SRL181	Electro	Sodio	70	-75.026235999539495	6.292007965967059
SRL182	Electro	Sodio	70	-75.02622895874083	6.292019030079246
SRL183	Electro	Sodio	70	-75.026607988402247	6.291990028694272
SRL184	Celsa	Sodio	150	-75.026808986440301	6.291964966803789
SRL185	Celsa	Sodio	150	-75.027005961164832	6.291902018710971
SRL186	Electro	Sodio	70	-75.026967991143465	6.291551990434527
SRL187	Electro	Sodio	70	-75.026647970080376	6.29162197932601
SRL188	Electro	Sodio	70	-75.026378994807601	6.291659027338028
SRL189	Electro	Sodio	70	-75.026184031739831	6.291690040379763
SRL190	Electro	Sodio	70	-75.026147989556193	6.291710995137692
SRL191	Celsa	Sodio	150	-75.026047993451357	6.291921967640519
SRL192	Celsa	Sodio	150	-75.025993008166552	6.291744019836187
SRL193	Electro	Sodio	70	-75.025338968262076	6.291604964062572
SRL194	Celsa	Sodio	150	-75.025244001299143	6.291538998484612
SRL195	Celsa	Sodio	150	-75.025021964684129	6.291415030136704
SRL196	Celsa	Sodio	150	-75.024815015494823	6.291286032646895
SRL197	Celsa	Sodio	150	-75.024580992758274	6.291166003793478
SRL198	Electro	Sodio	70	-75.025526974350214	6.291392985731363
SRL199	Celsa	Sodio	150	-75.025271996855736	6.291257031261921
SRL200	Celsa	Sodio	150	-75.025036968290806	6.291115041822195
SRL201	Electro	Sodio	70	-75.02480898052454	6.290969029068947
SRL202	Electro	Sodio	70	-75.02401202917099	6.290619000792503
SRL203	Electro	Sodio	70	-75.02371396869421	6.290296968072653
SRL204	Electro	Sodio	70	-75.023640962317586	6.290109967812896
SRL205	Roy A	Sodio	250	-75.026056040078402	6.291448976844549
SRL206	Electro	Sodio	70	-75.026012035086751	6.291347974911332
SRL207	Electro	Sodio	70	-75.026019997894764	6.291173966601491
SRL208	Electro	Sodio	70	-75.025986973196268	6.290988977998495
SRL209	Electro	Sodio	70	-75.025985967367887	6.290889987722039
SRL210	Roy A	Sodio	150	-75.026103984564543	6.290648002177477
SRL211	Electro	Sodio	70	-75.026199035346508	6.290664011612535
SRL212	Electro	Sodio	70	-75.026211021468043	6.290549011901021
SRL213	Celsa	Sodio	150	-75.026457030326128	6.290601985529065
SRL214	Celsa	Sodio	150	-75.026738997548819	6.290587987750769
SRL215	Electro	Sodio	70	-75.026821978390217	6.29039503633976
SRL216	Electro	Sodio	70	-75.026732040569186	6.289454000070691
SRL217	Electro	Sodio	70	-75.026726005598903	6.289461962878704
SRL218	Electro	Sodio	70	-75.026368014514446	6.289456011727452
SRL219	Electro	Sodio	70	-75.026353010907769	6.289456011727452

SRL220	Electro	Sodio	70	-75.025951014831662	6.289178989827633
SRL221	Electro	Sodio	70	-75.025899969041348	6.289187036454678
SRL222	Electro	Sodio	70	-75.025420021265745	6.289503034204245
SRL223	Electro	Sodio	70	-75.025364030152559	6.289407983422279
SRL224	Electro	Sodio	1000	-75.025363024324179	6.289419969543815
SRL225	Celsa	Sodio	70	-75.025063036009669	6.289479983970523
SRL226	Electro	Sodio	70	-75.024729017168283	6.289539998397231
SRL227	Electro	Sodio	70	-75.024738991633058	6.289545027539134
SRL228	Electro	Sodio	70	-75.024716025218368	6.289564976468682
SRL229	Electro	Sodio	70	-75.024695992469788	6.289336988702416
SRL230	Electro	Sodio	70	-75.02463698387146	6.289176978170872
SRL231	Roy A	Sodio	150	-75.024615023285151	6.289027025923133
SRL232	Electro	Sodio	70	-75.025069992989302	6.289617028087378
SRL233	Electro	Sodio	70	-75.025021964684129	6.289288038387895
SRL234	Electro	Sodio	70	-75.024957004934549	6.289056027308106
SRL235	Electro	Sodio	70	-75.025328993797302	6.289140013977885
SRL236	Electro	Sodio	70	-75.025350032374263	6.289226012304425
SRL237	Electro	Sodio	70	-75.02680404111743	6.290743974968791
SRL238	Celsa	Sodio	70	-75.027019958943129	6.290724026039243
SRL239	Celsa	Sodio	70	-75.027074022218585	6.290841037407517
SRL240	Celsa	Sodio	70	-75.027088019996881	6.290994007140398
SRL241	Celsa	led	400	-75.026862965896726	6.29072000272572
SRL242	Celsa	led	400	-75.026959022507071	6.29076199606061
SRL243	Celsa	led	400	-75.02706597559154	6.290845982730389
SRL244	Celsa	Sodio	400	-75.027110986411572	6.291004987433553
SRL245	Electro	Sodio	70	-75.026695998385549	6.290899040177465
SRL246	Electro	Sodio	70	-75.026434985920787	6.290939021855593
SRL247	Electro	Sodio	70	-75.026270030066371	6.290923012420535
SRL248	Electro	Sodio	70	-75.026364997029305	6.291303969919682
SRL249	Electro	Sodio	70	-75.026580998674035	6.291268011555076
SRL250	Celsa	Sodio	150	-75.026826001703739	6.291199028491974
SRL251	Celsa	Sodio	150	-75.0268470402807	6.291227024048567
SRL252	Electro	Sodio	70	-75.026886016130447	6.291359039023519
SRL253	Electro	Sodio	70	-75.027114003896713	6.291203973814845
SRL254	Sylvania	led	200	-75.027110986411572	6.291226018220186
SRL255	Sylvania	led	200	-75.02710796892643	6.291204979643226
SRL256	Electro	Sodio	70	-75.02723797224462	6.291134990751743
SRL257	Celsa	Sodio	150	-75.027397982776165	6.291071958839893
SRL258	Celsa	Sodio	150	-75.027523040771484	6.291080005466938
SRL259	Celsa	Sodio	150	-75.027505019679666	6.290943967178464
SRL260	Celsa	Sodio	150	-75.02749303355813	6.290712961927056
SRL261	Celsa	Sodio	150	-75.027441987767816	6.29061103798449
SRL262	Electro	Sodio	70	-75.027441987767816	6.291158962994814
SRL263	Electro	Sodio	70	-75.02757802605629	6.291176984086633

SRL264	Electro	Sodio	70	-75.027634017169476	6.29127899184823
SRL265	Electro	Sodio	70	-75.02783702686429	6.291434979066253
SRL266	Electro	Sodio	70	-75.02803198993206	6.291572023183107
SRL267	Electro	Sodio	70	-75.028188982978463	6.291706971824169
SRL268	Electro	Sodio	70	-75.028210021555424	6.291703032329679
SRL269	Electro	Sodio	70	-75.028025032952428	6.291949963197112
SRL270	Electro	Sodio	70	-75.028020003810525	6.291958009824157
SRL271	Roy A	Sodio	150	-75.028314962983131	6.292142998427153
SRL272	Electro	Sodio	70	-75.028173979371786	6.292256992310286
SRL273	Celsa	Sodio	150	-75.028059985488653	6.292422031983733
SRL274	Celsa	Sodio	150	-75.027853958308697	6.292084995657206
SRL275	Electro	Sodio	70	-75.02783702686429	6.29185700789094
SRL276	Electro	Sodio	70	-75.027956971898675	6.291586020961404
SRL277	Celsa	Sodio	150	-75.027768965810537	6.291451994329691
SRL278	Electro	Sodio	70	-75.027630999684334	6.291662966832519
SRL279	Celsa	Sodio	150	-75.027642985805869	6.291722981259227
SRL280	Celsa	Sodio	150	-75.027698976919055	6.291950969025493
SRL281	Electro	Sodio	70	-75.027614990249276	6.292124977335334
SRL282	Electro	Sodio	70	-75.027509965002537	6.292204018682241
SRL283	Celsa	Sodio	150	-75.027489010244608	6.292327987030149
SRL284	Roy A	Sodio	150	-75.027438970282674	6.29198600538075
SRL285	Celsa	Sodio	150	-75.027547013014555	6.291842004284263
SRL286	Electro	Sodio	70	-75.027393959462643	6.29157998599112
SRL287	Electro	Sodio	70	-75.027422038838267	6.291608987376094
SRL288	Electro	Sodio	70	-75.02736696973443	6.291417041793466
SRL289	Celsa	Sodio	150	-75.02723797224462	6.291660033166409
SRL290	Solar	Solar	50	-75.02734299749136	6.292668040841818
SRL291	Solar	Solar	50	-75.027229003608227	6.292639961466193
SRL292	Solar	Solar	50	-75.027162032201886	6.292729983106256
SRL293	Solar	Solar	50	-75.027120960876346	6.292618000879884
SRL294	Solar	Solar	50	-75.027083996683359	6.292676003649831
SRL295	Solar	Solar	50	-75.027076033875346	6.292755967006087
SRL296	Solar	Solar	50	-75.027007972821593	6.292666029185057
SRL297	Opalux	Sodio	150	-75.026950975880027	6.292662005871534
SRL298	Opalux	Sodio	150	-75.026962962001562	6.292665023356676
SRL299	Sylvania	Led	400	-75.026775961741805	6.292612971737981
SRL300	Sylvania	Led	400	-75.026772022247314	6.292635016143322
SRL301	Sylvania	Led	400	-75.026649981737137	6.292735012248159
SRL302	Celsa	Sodio	150	-75.026567000895739	6.29252202808857
SRL303	Sylvania	Led	400	-75.026384023949504	6.292547006160021
SRL304	Celsa	Sodio	150	-75.02635502256453	6.292538959532976
SRL305	Eco Lite	Led	60	-75.026338007301092	6.292412979528308
SRL306	Celsa	Sodio	150	-75.026934966444969	6.292498977854848
SRL307	Electro	Sodio	70	-75.026803035289049	6.292429994791746

SRL308	Electro	Sodio	70	-75.026607988402247	6.2923529651016
SRL309	Electro	Sodio	70	-75.02635502256453	6.292319018393755
SRL310	Electro	Sodio	70	-75.026025027036667	6.292207958176732
SRL311	Celsa	Sodio	150	-75.026059979572892	6.292199995368719
SRL312	Electro	Sodio	70	-75.025978004559875	6.292065968737006
SRL313	Celsa	Sodio	150	-75.025727972388268	6.291919033974409
SRL314	Electro	Sodio	70	-75.025520017370582	6.291849967092276
SRL315	Electro	Sodio	70	-75.025230003520846	6.291854996234179
SRL316	Electro	Sodio	70	-75.025008972734213	6.291853990405798
SRL317	Celsa	Sodio	150	-75.024402039125562	6.291850972920656
SRL318	Electro	Sodio	70	-75.024026026949286	6.291779978200793
SRL319	Electro	Sodio	70	-75.023761996999383	6.291784001514316
SRL320	Electro	Sodio	70	-75.023488998413086	6.291833035647869
SRL321	Roy A	Sodio	150	-75.023295963183045	6.291869999840856
SRL322	Electro	Sodio	70	-75.029587000608444	6.289147976785898
SRL323	Electro	Sodio	70	-75.029798978939652	6.289685005322099
SRL324	Electro	Sodio	70	-75.029873996973038	6.289998991414905
SRL325	Electro	Sodio	70	-75.030066026374698	6.29030903801322
SRL326	Electro	Sodio	70	-75.029886988922954	6.290479023009539
SRL327	Electro	Sodio	70	-75.029752040281892	6.290750009939075
SRL328	Electro	Sodio	70	-75.02964299172163	6.290958970785141
SRL329	Celsa	Sodio	150	-75.029600998386741	6.291151000186801
SRL330	Electro	Sodio	70	-75.02964299172163	6.291445959359407
SRL331	Celsa	Sodio	1000	-75.029638968408108	6.291440008208156
SRL332	Electro	Sodio	70	-75.029833009466529	6.291332971304655
SRL333	Electro	Sodio	70	-75.029778024181724	6.291134990751743
SRL334	Celsa	Sodio	150	-75.029939040541649	6.291039017960429
SRL335	Celsa	Sodio	150	-75.03009301610291	6.290958970785141
SRL336	Celsa	Sodio	150	-75.029996959492564	6.290836008265615
SRL337	Celsa	Sodio	150	-75.029852958396077	6.29091203212738
SRL338	Electro	Sodio	70	-75.030313963070512	6.290602991357446
SRL339	Celsa	Sodio	150	-75.030494006350636	6.290995012968779
SRL340	Celsa	Sodio	150	-75.030487971380353	6.291273040696979
SRL341	Electro	Sodio	70	-75.030467016622424	6.291422992944717
SRL342	Electro	Sodio	70	-75.030458969995379	6.291658021509647
SRL343	Celsa	Sodio	150	-75.030403984710574	6.291918028146029
SRL344	Electro	Sodio	70	-75.030357968062162	6.292003020644188
SRL345	Celsa	Sodio	150	-75.030242968350649	6.292147021740675
SRL346	Electro	Sodio	70	-75.030110031366348	6.292364029213786
SRL347	Celsa	Sodio	150	-75.029910961166024	6.292554968968034
SRL348	Celsa	Sodio	150	-75.029715998098254	6.292703999206424
SRL349	Roy A	Sodio	150	-75.029565962031484	6.292940033599734
SRL350	Electro	Sodio	70	-75.029316013678908	6.292739035561681
SRL351	Electro	Sodio	70	-75.029492033645511	6.292473999783397

SRL352	Electro	Sodio	70	-75.029532015323639	6.292169988155365
SRL353	Electro	Sodio	70	-75.029300004243851	6.291928002610803
SRL354	Electro	Sodio	70	-75.029886988922954	6.294369986280799
SRL355	Electro	Sodio	70	-75.029733013361692	6.294353976845741
SRL356	Electro	Sodio	70	-75.029412992298603	6.294264039024711
SRL357	Roy A	Sodio	150	-75.029219035059214	6.294294968247414
SRL358	Celsa	Sodio	150	-75.028972020372748	6.294270996004343
SRL359	Roy A	Sodio	70	-75.028636995702982	6.294175023213029
SRL360	Electro	Sodio	70	-75.02843800932169	6.294162031263113
SRL361	Electro	Sodio	60	-75.028342036530375	6.294250963255763
SRL362	Eco Lite	Led	70	-75.028256038203835	6.294252974912524
SRL363	Electro	Sodio	70	-75.027885977178812	6.294207964092493
SRL364	Electro	Sodio	70	-75.0276879966259	6.294246017932892
SRL365	Electro	Sodio	70	-75.027476018294692	6.294335033744574
SRL366	Electro	Sodio	70	-75.027230009436607	6.294209975749254
SRL367	Electro	Sodio	70	-75.027072010561824	6.294161025434732
SRL368	Electro	Sodio	70	-75.026799011975527	6.294065974652767
SRL369	Electro	Sodio	70	-75.026618968695402	6.2940470315516
SRL370	Electro	Sodio	70	-75.026792977005243	6.293826000764966
SRL371	Electro	Sodio	70	-75.026803035289049	6.294139986857772
SRL372	Celsa	Sodio	150	-75.026770010590553	6.294326987117529
SRL373	Celsa	Sodio	150	-75.026770010590553	6.294326987117529
SRL374	Electro	Sodio	70	-75.026536993682384	6.294167982414365
SRL375	Electro	Sodio	70	-75.026508998125792	6.294258004054427
SRL376	Electro	Sodio	70	-75.026500029489398	6.294261021539569
SRL377	Electro	Sodio	70	-75.026759030297399	6.294387001544237
SRL378	Electro	Sodio	70	-75.026789959520102	6.294315000995994
SRL379	Electro	Sodio	70	-75.026789959520102	6.294315000995994
SRL380	Celsa	Sodio	1000	-75.027379961684346	6.293588960543275
SRL381	Celsa	Sodio	1000	-75.02736596390605	6.29346901550889
SRL382	Celsa	Sodio	1000	-75.02736696973443	6.292961994186044
SRL383	Celsa	Sodio	1000	-75.02751499414444	6.292798966169357
SRL384	Electro	Sodio	70	-75.027317013591528	6.294388007372618
SRL385	Electro	Sodio	70	-75.027281977236271	6.294598979875445
SRL386	Electro	Sodio	70	-75.027198996394873	6.294597974047065
SRL387	Electro	Sodio	70	-75.026931026950479	6.294592022895813
SRL388	Electro	Sodio	70	-75.026692980900407	6.294540977105498
SRL389	Celsa	Sodio	150	-75.026703039184213	6.294569978490472
SRL390	Celsa	Sodio	150	-75.026465998962522	6.294517004862428
SRL391	Celsa	Sodio	150	-75.026450995355844	6.29454399459064
SRL392	Electro	Sodio	70	-75.026240022853017	6.294537037611008
SRL393	Celsa	Sodio	150	-75.025984961539507	6.294504012912512
SRL394	Roy A	Sodio	150	-75.025676004588604	6.294464031234384
SRL395	Electro	Sodio	70	-75.025296974927187	6.2944579962641

SRL396	Electro	Sodio	70	-75.02513101324439	6.294408962130547
SRL397	Electro	Sodio	70	-75.024862037971616	6.294419020414352
SRL398	Celsa	Sodio	150	-75.024653999134898	6.294369986280799
SRL399	Electro	Sodio	70	-75.024513015523553	6.294503007084131
SRL400	Electro	Sodio	70	-75.026252008974552	6.294759996235371
SRL401	Electro	Sodio	70	-75.026148995384574	6.294921012595296
SRL402	Celsa	Sodio	150	-75.026197023689747	6.295176995918155
SRL403	Electro	Sodio	70	-75.026208003982902	6.295419987291098
SRL404	Electro	Sodio	70	-75.026283022016287	6.295523000881076
SRL405	Roy A	Sodio	150	-75.026242034509778	6.295731961727142
SRL406	Electro	Sodio	70	-75.025108968839049	6.298354994505644
SRL407	Electro	Sodio	70	-75.026633972302079	6.300406968221068
SRL408	Electro	Sodio	70	-75.026633972302079	6.300246035680175
SRL409	Roy A	Sodio	150	-75.026619974523783	6.300057023763657
SRL410	Roy A	Sodio	150	-75.026598013937473	6.29982803016901
SRL411	Roy A	Sodio	70	-75.026422999799252	6.299595013260841
SRL412	Celsa	Sodio	70	-75.026296013966203	6.299402983859181
SRL413	Eco Lite	Led	50	-75.026147989556193	6.299214977771044
SRL414	Roy A	Sodio	70	-75.025923019275069	6.299025965854526
SRL415	Celsa	Sodio	150	-75.025770971551538	6.298757996410132
SRL416	Celsa	Sodio	150	-75.025587994605303	6.298395982012153
SRL417	Electro	Sodio	70	-75.025203013792634	6.298071015626192
SRL418	Roy A	Sodio	70	-75.025029005482793	6.298012007027865
SRL419	Electro	Sodio	70	-75.024989023804665	6.29787596873939
SRL420	Electro	Sodio	70	-75.024877041578293	6.297870017588139
SRL421	Celsa	Sodio	70	-75.025179963558912	6.297524012625217
SRL422	Electro	Sodio	70	-75.025306027382612	6.297370959073305
SRL423	Electro	Sodio	70	-75.02566996961832	6.297335000708699
SRL424	Electro	Sodio	70	-75.025551030412316	6.297298958525062
SRL425	Electro	Sodio	70	-75.025691008195281	6.296994024887681
SRL426	Electro	Sodio	70	-75.025672987103462	6.296818004921079
SRL427	Celsa	Sodio	150	-75.025887982919812	6.29669202491641
SRL428	Eco Lite	Led	60	-75.026070037856698	6.296636033803225
SRL429	Electro	Sodio	70	-75.025403006002307	6.297138025984168
SRL430	Celsa	Sodio	70	-75.02545497380197	6.296891011297703
SRL431	Eco Lite	Led	60	-75.02536604180932	6.296628993004561
SRL432	Electro	Sodio	70	-75.02554097212851	6.296655982732773
SRL433	Celsa	Sodio	150	-75.02571196295321	6.296538971364498
SRL434	Electro	Sodio	70	-75.025906004011631	6.296383989974856
SRL435	Electro	Sodio	70	-75.026286961510777	6.295927008613944
SRL436	Sylvania	Led	200	-75.026272041723132	6.295966990292072
SRL437	Electro	Sodio	70	-75.025994013994932	6.294909026473761
SRL438	Electro	Sodio	70	-75.025777006521821	6.294899974018335
SRL439	Roy A	Sodio	150	-75.025395965203643	6.294965017586947

SRL440	Roy A	Sodio	150	-75.025113997980952	6.295172972604632
SRL441	Roy A	Sodio	150	-75.025207037106156	6.295184958726168
SRL442	Eco Lite	Sodio	60	-75.025255987420678	6.295369025319815
SRL443	Celsa	Sodio	250	-75.024791965261102	6.295486036688089
SRL444	Electro	Sodio	70	-75.025047026574612	6.295197028666735
SRL445	Celsa	Sodio	150	-75.024795988574624	6.295285960659385
SRL446	Roy A	Sodio	150	-75.024592978879809	6.295477990061045
SRL447	Electro	Sodio	70	-75.024446966126561	6.295592989772558
SRL448	Celsa	Sodio	150	-75.024142032489181	6.295684017241001
SRL449	Roy A	Sodio	150	-75.023856963962317	6.295803040266037
SRL450	Celsa	Sodio	150	-75.02362797036767	6.29583103582263
SRL451	Roy A	Sodio	150	-75.023732995614409	6.295334994792938
SRL452	Electro	Sodio	70	-75.023902980610728	6.295414036139846
SRL453	Roy A	Sodio	150	-75.023657977581024	6.295543033629656
SRL454	Celsa	Sodio	150	-75.023553036153316	6.295398026704788
SRL455	Roy A	Sodio	150	-75.023550018668175	6.295659961178899
SRL456	Electro	Sodio	70	-75.023151962086558	6.295934971421957
SRL457	Roy A	Sodio	150	-75.022945012897253	6.295453011989594
SRL458	Electro	Sodio	70	-75.022859014570713	6.295112036168575
SRL459	Celsa	Sodio	150	-75.022769998759031	6.294690007343888
SRL460	Electro	Sodio	70	-75.022618034854531	6.294400999322534
SRL461	Electro	Sodio	70	-75.022519966587424	6.294182986021042
SRL462	Electro	Sodio	70	-75.022355010733008	6.293982993811369
SRL463	Electro	Sodio	70	-75.022249985486269	6.293870005756617
SRL464	Electro	Sodio	70	-75.023585977032781	6.294068992137909
SRL465	Electro	Sodio	70	-75.022803023457527	6.293787024915218
SRL466	Electro	Sodio	70	-75.022812997922301	6.293986011296511
SRL467	Electro	Sodio	70	-75.022532036527991	6.294164964929223
SRL468	Electro	Sodio	70	-75.022261971607804	6.294252974912524
SRL469	Electro	Sodio	70	-75.022533964365721	6.294694030657411
SRL470	Electro	Sodio	70	-75.022321986034513	6.294697970151901
SRL471	Electro	Sodio	70	-75.022321986034513	6.294697970151901
SRL472	Roy A	Sodio	150	-75.022321986034513	6.294697970151901
SRL473	Electro	Sodio	70	-75.022081006318331	6.295256037265062
SRL474	Electro	Sodio	70	-75.022049993276596	6.295270035043359
SRL475	Electro	Sodio	70	-75.023105023428798	6.295967996120453
SRL476	Electro	Sodio	70	-75.023107035085559	6.29596003331244
SRL477	Roy A	Sodio	150	-75.023145005106926	6.296052988618612
SRL478	Roy A	Sodio	150	-75.023217005655169	6.296334033831954
SRL479	Roy A	Sodio	150	-75.023260004818439	6.296588005498052
SRL480	Electro	Sodio	70	-75.023298980668187	6.296824961900711
SRL481	Celsa	Sodio	150	-75.023266961798072	6.29712101072073
SRL482	Electro	Sodio	70	-75.023453962057829	6.297072982415557
SRL483	Electro	Sodio	70	-75.023109968751669	6.297028977423906

SRL484	Eco Lite	Led	60	-75.022910982370377	6.296853963285685
SRL485	Electro	Sodio	70	-75.023215999826789	6.296539977192879
SRL486	Electro	Sodio	70	-75.023039979860187	6.29667098633945
SRL487	Celsa	Sodio	150	-75.022877035662532	6.29675698466599
SRL488	Electro	Sodio	70	-75.022749966010451	6.296603009104729
SRL489	Electro	Sodio	70	-75.022604037076235	6.296322969719768
SRL490	Celsa	Sodio	150	-75.022920034825802	6.295930026099086
SRL491	Electro	Sodio	70	-75.022989017888904	6.296001020818949
SRL492	Electro	Sodio	70	-75.022991029545665	6.296016024425626
SRL493	Electro	Sodio	70	-75.022945012897253	6.296060029417276
SRL494	Electro	Sodio	70	-75.022909976541996	6.296101016923785
SRL495	Electro	Sodio	70	-75.022925985977054	6.296190032735467
SRL496	Electro	Sodio	70	-75.022816015407443	6.29613496363163
SRL497	Electro	Sodio	70	-75.022823978215456	6.296140998601914
SRL498	Electro	Sodio	70	-75.022746026515961	6.29617502912879
SRL499	Electro	Sodio	70	-75.022711995989084	6.296166982501745
SRL500	Electro	Sodio	70	-75.022674025967717	6.296206964179874
SRL501	Electro	Sodio	70	-75.022382000461221	6.296392036601901
SRL502	Electro	Sodio	70	-75.022179996594787	6.296534026041627
SRL503	Electro	Sodio	70	-75.022000037133694	6.296647014096379
SRL504	Electro	Sodio	70	-75.021708011627197	6.296829991042614
SRL505	Electro	Sodio	70	-75.021481029689312	6.296941973268986
SRL506	Electro	Sodio	70	-75.021333005279303	6.296764025464654
SRL507	Celsa	Sodio	150	-75.02119897864759	6.296525979414582
SRL508	Electro	Sodio	70	-75.020903013646603	6.296306038275361
SRL509	Celsa	Sodio	150	-75.021127983927727	6.296767964959145
SRL510	Electro	Sodio	70	-75.020952969789505	6.296818004921079
SRL511	Electro	Sodio	70	-75.021273996680975	6.297040041536093
SRL512	Roy A	Sodio	150	-75.02102698199451	6.297118999063969
SRL513	Electro	Sodio	70	-75.020834030583501	6.297196028754115
SRL514	Electro	Sodio	70	-75.02059799619019	6.297114975750446
SRL515	Electro	Sodio	70	-75.020159035921097	6.297064013779163
SRL516	Electro	Sodio	70	-75.019782017916441	6.297297030687332
SRL517	Electro	Sodio	70	-75.019506001845002	6.297457041218877
SRL518	Celsa	Sodio	150	-75.019085984677076	6.297482019290328
SRL519	Electro	Sodio	70	-75.026262989267707	6.295020002871752
SRL520	Celsa	Sodio	150	-75.026590973138809	6.295063002035022
SRL521	Electro	Sodio	70	-75.026857014745474	6.295075993984938
SRL522	Celsa	Sodio	150	-75.027189021930099	6.295029977336526
SRL523	Electro	Sodio	70	-75.027239983901381	6.295207003131509
SRL524	Celsa	Sodio	70	-75.02719203941524	6.295536998659372
SRL525	Celsa	Sodio	150	-75.02719203941524	6.295822989195585
SRL526	Roy A	Sodio	150	-75.02717200666666	6.296127000823617
SRL527	Electro	Sodio	70	-75.027187010273337	6.296362029388547

SRL528	Electro	Sodio	70	-75.027004033327103	6.296065980568528
SRL529	Electro	Sodio	70	-75.026970002800226	6.296049971133471
SRL530	Celsa	Sodio	150	-75.026924991980195	6.29619799554348
SRL531	Electro	Sodio	70	-75.026862965896726	6.296419026330113
SRL532	Sylvania	Led	60	-75.026843016967177	6.296442998573184
SRL533	Celsa	Sodio	150	-75.026660040020943	6.296014012768865
SRL534	Electro	Sodio	70	-75.026676971465349	6.295808991417289
SRL535	Electro	Sodio	70	-75.026561971753836	6.296220039948821
SRL536	Electro	Sodio	70	-75.026518972590566	6.296384995803237
SRL537	Electro	Sodio	70	-75.027360012754798	6.296093976125121
SRL538	Celsa	Sodio	150	-75.027592023834586	6.296128006651998
SRL539	Electro	Sodio	70	-75.027842978015542	6.296107973903418
SRL540	Celsa	Sodio	70	-75.02798798494041	6.296107973903418
SRL541	Celsa	Sodio	150	-75.027812970802188	6.296262033283711
SRL542	Electro	Sodio	70	-75.027788998559117	6.296485997736454
SRL543	Celsa	Sodio	150	-75.027777012437582	6.296603009104729
SRL544	Electro	Sodio	70	-75.027876002714038	6.296617006883025
SRL545	Electro	Sodio	70	-75.028011035174131	6.296645002439618
SRL546	Electro	Sodio	70	-75.028155958279967	6.29667098633945
SRL547	Celsa	Sodio	150	-75.027810959145427	6.295970007777214
SRL548	Celsa	Sodio	150	-75.027807019650936	6.295877974480391
SRL549	Eco Lite	Led	60	-75.02762496471405	6.295536998659372
SRL550	Eco Lite	Led	60	-75.027422038838267	6.295521995052695
SRL551	Electro	Sodio	70	-75.026934966444969	6.295529035851359
SRL552	Celsa	Sodio	150	-75.026857014745474	6.295469021424651
SRL553	Electro	Sodio	70	-75.026733968406916	6.295473966747522
SRL554	Celsa	Sodio	150	-75.02644001506269	6.295437002554536
SRL555	Celsa	Sodio	150	-75.026708990335464	6.294962000101805
SRL556	Electro	Sodio	70	-75.026732962578535	6.295302975922823
SRL557	Electro	Sodio	70	-75.02676397562027	6.294598979875445
SRL558	Celsa	Sodio	150	-75.027942974120378	6.294340984895825
SRL559	Celsa	Sodio	150	-75.027924031019211	6.294561009854078
SRL560	Eco Lite	Led	60	-75.027907015755773	6.294802995398641
SRL561	Eco Lite	Led	60	-75.027877008542418	6.294954959303141
SRL562	Eco Lite	Led	60	-75.027855969965458	6.295095020905137
SRL563	Eco Lite	Led	60	-75.028000976890326	6.295621991157532
SRL564	Eco Lite	Led	60	-75.028336001560092	6.295608999207616
SRL565	Eco Lite	Led	60	-75.028431974351406	6.295619979500771
SRL566	Eco Lite	Led	60	-75.028599025681615	6.295584021136165
SRL567	Electro	Sodio	70	-75.029064975678921	6.295715030282736
SRL568	Electro	Sodio	70	-75.029220962896943	6.295691980049014
SRL569	Electro	Sodio	70	-75.029310984537005	6.295753000304103
SRL570	Electro	Sodio	70	-75.029390025883913	6.295673036947846
SRL571	Electro	Sodio	70	-75.02964299172163	6.295708995312452

SRL572	Electro	Sodio	70	-75.029332023113966	6.295922985300422
SRL573	Electro	Sodio	70	-75.029325988143682	6.296032033860683
SRL574	Electro	Sodio	70	-75.029290029779077	6.296260021626949
SRL575	Electro	Sodio	70	-75.02927603200078	6.296483986079693
SRL576	Electro	Sodio	150	-75.029245018959045	6.296764025464654
SRL577	Electro	Sodio	70	-75.029237978160381	6.296822028234601
SRL578	Celsa	Sodio	150	-75.029271002858877	6.296819010749459
SRL579	Celsa	Sodio	150	-75.029206965118647	6.29720801487565
SRL580	Electro	Sodio	70	-75.029179975390434	6.297475984320045
SRL581	Electro	Sodio	70	-75.029193973168731	6.297492999583483
SRL582				-75.029193973168731	6.297492999583483
SRL583	Roy A	Sodio	150	-75.02919296734035	6.297750994563103
SRL584	Electro	Sodio	70	-75.029166983440518	6.298089036718011
SRL585	Celsa	Sodio	150	-75.029395977035165	6.298267990350723
SRL586	Celsa	Sodio	70	-75.029389020055532	6.298237983137369
SRL587	Eco Lite	Led	60	-75.030171973630786	6.300002038478851
SRL588	Electro	Sodio	70	-75.029952032491565	6.299398960545659
SRL589	Electro	Sodio	70	-75.029671993106604	6.298577031120658
SRL590	Electro	Sodio	70	-75.029612984508276	6.298428000882268
SRL591	Celsa	Sodio	70	-75.029530003666878	6.298423977568746
SRL592	Roy A	Sodio	150	-75.02949102781713	6.29783296957612
SRL593	Roy A	Sodio	150	-75.029244013130665	6.297948975116015
SRL594	Roy A	Sodio	150	-75.029548024758697	6.29791603423655
SRL595	Electro	Sodio	70	-75.029418021440506	6.294492026790977
SRL596	Electro	Sodio	70	-75.02940502949059	6.294704005122185
SRL597	Electro	Sodio	70	-75.031110998243093	6.294609038159251
SRL598	Electro	Sodio	70	-75.031079985201359	6.294557992368937
SRL599	Electro	Sodio	70	-75.032687969505787	6.303249020129442
SRL600	Electro	Sodio	70	-75.032687969505787	6.303249020129442
SRL601	Celsa	Sodio	150	-75.028055962175131	6.306390976533294
SRL602	Electro	Sodio	70	-75.028055962175131	6.306390976533294
SRL603	Celsa	Sodio	150	-75.028286967426538	6.295937988907099
SRL604	Celsa	Sodio	150	-75.028262995183468	6.296230014413595
SRL605	Electro	Sodio	70	-75.028258971869946	6.296335039660335
SRL606	Electro	Sodio	70	-75.028238017112017	6.296484991908073
SRL607	Electro	Sodio	70	-75.028236005455256	6.296933004632592
SRL608	Electro	Sodio	70	-75.028236005455256	6.296933004632592
SRL609	Celsa	Sodio	150	-75.028688041493297	6.296710968017578
SRL610	Electro	Sodio	70	-75.028768004849553	6.296452973037958
SRL611	Electro	Sodio	70	-75.028859032317996	6.296203024685383
SRL612	Electro	Sodio	70	-75.029043015092611	6.296216016635299
SRL613	Electro	Sodio	70	-75.028609000146389	6.296172011643648
SRL614	Celsa	Sodio	150	-75.028443038463593	6.296200007200241
SRL615	Electro	Sodio	70	-75.028242962434888	6.296140998601914

SRL616	Electro	Sodio	70	-75.028780996799469	6.295903036370874
SRL617	Celsa	Sodio	150	-75.028755012899637	6.296034967526794
SRL618	Electro	Sodio	70	-75.028773033991456	6.296113003045321
SRL619	Celsa	Sodio	150	-75.028787031769753	6.295614028349519
SRL620	Electro	Sodio	70	-75.028820978477597	6.29542401060462
SRL621	Electro	Sodio	70	-75.028835982084274	6.295319991186261
SRL622	Electro	Sodio	70	-75.028855009004474	6.295167021453381
SRL623	Celsa	Sodio	150	-75.028851991519332	6.294983960688114
SRL624	Electro	Sodio	70	-75.028903037309647	6.294687995687127
SRL625	Electro	Sodio	70	-75.028898008167744	6.294504012912512
SRL626	Electro	Sodio	70	-75.028901025652885	6.294312989339232
SRL627	Electro	Sodio	70	-75.028908988460898	6.293845027685165
SRL628	Electro	Sodio	70	-75.028626015409827	6.293750982731581
SRL629	Electro	Sodio	70	-75.028501963242888	6.293679988011718
SRL630	Electro	Sodio	70	-75.028467010706663	6.293862964957953
SRL631	Electro	Sodio	70	-75.028448989614844	6.294062035158277
SRL632	Electro	Sodio	70	-75.028473967686296	6.293585021048784
SRL633	Celsa	Sodio	150	-75.028536999598145	6.293357033282518
SRL634	Electro	Sodio	70	-75.028237011283636	6.293611004948616
SRL635	Electro	Sodio	70	-75.028039030730724	6.293599018827081
SRL636	Electro	Sodio	70	-75.027983961626887	6.293848967179656
SRL637	Electro	Sodio	70	-75.027972981333733	6.29400797188282
SRL638	Electro	Sodio	70	-75.02773099578917	6.29359700717032
SRL639	Electro	Sodio	70	-75.027475012466311	6.293609999120235
SRL640	Eco Lite	Led	60	-75.028390986844897	6.29439395852387
SRL641	Eco Lite	Led	60	-75.028360979631543	6.294507030397654
SRL642	Eco Lite	Led	60	-75.028369026258588	6.294704005122185
SRL643	Eco Lite	Led	60	-75.028371037915349	6.294944984838367
SRL644	Eco Lite	Led	60	-75.028328038752079	6.295198034495115
SRL645	Eco Lite	Led	60	-75.027716998010874	6.295125028118491
SRL646	Celsa	Sodio	150	-75.027240989729762	6.295124022290111
SRL647	Eco Lite	Led	60	-75.027543995529413	6.294611971825361
SRL648	Eco Lite	Led	60	-75.027690008282661	6.294622030109167
SRL649	Eco Lite	Led	60	-75.027690008282661	6.294622030109167
SRL650	Eco Lite	Led	60	-75.027991002425551	6.294641979038715
SRL651	Eco Lite	Led	60	-75.028317980468273	6.294651031494141
SRL652	Eco Lite	Led	60	-75.02843901515007	6.294647008180618
SRL653	Electro	Sodio	70	-75.028543034568429	6.294707022607327
SRL654	Electro	Sodio	70	-75.028702961280942	6.294759996235371
SRL655	Electro	Sodio	70	-75.029108980670571	6.294764019548893
SRL656	Electro	Sodio	70	-75.029295980930328	6.294784974306822
SRL657	Electro	Sodio	70	-75.029463032260537	6.294986978173256
SRL658	Electro	Sodio	70	-75.02942799590528	6.295203985646367
SRL659	Electro	Sodio	70	-75.02942799590528	6.295203985646367

SRL660	Electro	Sodio	70	-75.029800990596414	6.294839037582278
SRL661	Electro	Sodio	70	-75.029694037511945	6.29529501311481
SRL662	Electro	Sodio	70	-75.029694037511945	6.29529501311481
SRL663	Electro	Sodio	70	-75.029164971783757	6.295285960659385
SRL664	Electro	Sodio	70	-75.028921980410814	6.295271040871739
SRL665	Eco Lite	Led	60	-75.028658034279943	6.295234998688102
SRL666	Eco Lite	Led	60	-75.02848100848496	6.295178001746535
SRL667	Eco Lite	Led	60	-75.028174985200167	6.295207003131509
SRL668	Eco Lite	Led	60	-75.027980022132397	6.295207003131509
SRL669	Electro	Sodio	70	-75.044933008030057	6.29697298631072
SRL670	Celsa	Sodio	70	-75.045345984399319	6.296617006883025
SRL671	Electro	Sodio	70	-75.045869015157223	6.295801028609276
SRL672	Celsa	Sodio	70	-75.045968005433679	6.295746965333819
SRL673	Celsa	Sodio	150	-75.047262003645301	6.295612016692758
SRL674	Celsa	Sodio	70	-75.047551011666656	6.295224018394947
SRL675	Roy A	Sodio	150	-75.047996006906033	6.29572500474751
SRL676	Celsa	Sodio	70	-75.04811704158783	6.29591703414917
SRL677	Electro	Sodio	70	-75.048373024910688	6.296445010229945
SRL678	Celsa	Sodio	150	-75.06509299390018	6.294698975980282
SRL679	Celsa	Sodio	150	-75.064810020849109	6.294716997072101
SRL680	Celsa	Sodio	150	-75.064908005297184	6.295064007863402
SRL681	Celsa	Sodio	150	-75.065964041277766	6.296404022723436
SRL682	Celsa	Sodio	70	-75.066034030169249	6.296990001574159
SRL683	Celsa	Sodio	70	-75.066041992977262	6.297006011009216
SRL684	Celsa	Sodio	150	-75.066406019032001	6.297308010980487
SRL685	Celsa	Sodio	150	-75.066769039258361	6.297237016260624
SRL686	Celsa	Sodio	150	-75.067114038392901	6.297166021540761
SRL687	Celsa	Sodio	150	-75.067339008674026	6.296912971884012
SRL688	Celsa	Sodio	150	-75,02578309	6,296790015
SRL689	Celsa	Sodio	150	-75,02626151	6,291150691
SRL690	Celsa	Sodio	150	-75,0280976	6,295928943
SRL691	Celsa	Sodio	150	-75,0304908	6,295555278
SRL692	Celsa	Sodio	150	-75,0297813	6,292022933
SRL693	Celsa	Sodio	150	-75,02587892	6,296468271
SRL694	Celsa	Sodio	150	-75,02711001	6,29466301
SRL695	Celsa	Sodio	150	-75,02748251	6,292369582
SRL696	Celsa	Sodio	150	-75,03279586	6,303530324
SRL697	Celsa	Sodio	150	-75,02702964	6,291446881
SRL698	Celsa	Sodio	150	-75,02674214	6,292131443
SRL699	Celsa	Sodio	150	-75,03042235	6,291629912
SRL700	Celsa	Sodio	150	-75,02535091	6,296813566
SRL701	Celsa	Sodio	150	-75,0262497	6,2926168

ANEXO 2

FLUJO FINANCIERO

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

PARAMETROS FINANCIEROS	VALOR
% ANUAL CRECIEMIENTO INGRESOS	1,1%
% CRECIMIENTO POBLACION ANUAL	2,0%
IPC MENSUAL	0,3%
IPP MENSUAL	0,05%
SALARIO MINIMO MENSUAL LEGAL VIGENTE 2025	1.423.500
INTERVENTORIA (IVA INCLUIDO)	10%
CAOM MENSUAL ACTUAL	6.980.280
CAOM MENSUAL MODERNIZADO Y EXP	26.473.959
TASA DE RETORNO CREG 101 013 DE 2022	12.09%
RENDIMIENTO M.V. FIDUCIA	0,16%
COMISION FIDUCIA (SMMLV)	3
INVERSION (MODERNIZACION Y EXP)	5.010.118.372
CINV (Modernizacion + Expansion)	56.453.682

RECAUDO I.A.P.			
GRANDES CONTRIBUYENTES	TARIFA	CANTIDAD	RECAUDAR
RECAUDO POR ELECTRIFICADORA	GL	1	36.181.080
ENTRALES HIDROELECTRICAS (generacion energia electrica con uso del agua) Isagen y EP	30SMMLV	2	85.410.000
EMPRESAS DE SERIVCIOS PUBLICOS y SUBESTACIONES DE ENERGIA ELECTRICA (ISA)	10SMMLV	1	14.235.000
ENTIDADES FINANCIERAS CREDITICIAS Y/O BANCARIAS	4SMMLV	1	5.694.000
TIENDAS DE CADENA O VENTAS POR RETAIL (D1)	3SMMLV	1	4.270.500
EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DE TELEFONIA FIJA O CELULAR	10SMMLV	2	28.470.000
EDS - Estaciones de Gasolina (Zeuss y Terpel)	2SMMLV	2	5.694.000
EMPRESAS DE APUESTAS O LOTERIAS A NIVEL NACIONAL (GANA)	3SMMLV	1	4.270.500
TOTAL			184.225.080

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO - MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

MES	AÑO	TOTAL INGRESOS (RECAUDO)	TOTAL GASTO ENERGIA	RECAUDO-ENERGIA	COMISION FID (IVA INC)	INTERVENTORIA iva incluido	CAOM	CINV		OBRAS NO CONTEMPLADAS, ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL, DESARROLLOS TECNOLOGICOS ASOCIADOS AL AP	IPP	INVERSION INICIAL	REMANENTE (Ingresos VS Egresos)	RETORNO DE LA INVERSION
								MODERNIZACION	EXPANSIONES					
1	1 AÑO	184.225.080	36.181.080	145.464.849	4.270.500	14.546.485	6.980.280					208.754.932		
2		184.317.193	36.199.171	148.118.022	4.272.635	14.811.802	6.983.770					208.754.932		
3		184.409.351	36.217.270	148.192.081	4.274.772	14.819.208	6.987.262					208.754.932		
4		184.501.556	36.235.379	148.266.177	4.276.909	14.826.618	6.990.755					208.754.932		
5		184.593.807	36.253.496	148.340.310	4.279.047	14.834.031	6.994.251					208.754.932		
6		184.686.103	36.271.623	148.414.480	4.281.187	14.841.448	6.997.748					208.754.932		
7		184.778.447	36.289.759	148.488.688	4.283.328	14.848.869	7.001.247					208.754.932		
8		184.870.836	36.307.904	148.562.932	4.285.469	14.856.293	7.004.747					208.754.932		
9		184.963.271	36.326.058	148.637.213	4.287.612	14.863.721	7.008.250					208.754.932		
10		185.055.753	36.344.221	148.711.532	4.289.756	14.871.153	7.011.754					208.754.932		
11		185.148.281	36.362.393	148.785.888	4.291.901	14.878.589	7.015.260					208.754.932		
12		185.240.855	36.380.574	148.860.281	4.294.047	14.886.028	7.018.767					208.754.932		
1	2 AÑO	185.333.475	36.398.764	148.934.711	4.296.194	14.893.471	7.022.277					208.754.932		
2		185.426.142	36.416.964	149.009.178	4.298.342	14.900.918	7.025.788					208.754.932		
3		185.518.855	36.435.172	149.083.683	4.300.491	14.908.368	7.029.301					208.754.932		
4		185.611.615	36.453.390	149.158.225	4.302.641	14.915.822	7.032.815					208.754.932		
5		185.704.420	36.471.617	149.232.804	4.304.792	14.923.280	7.036.332					208.754.932		
6		185.797.273	36.489.852	149.307.420	4.306.945	14.930.742	7.039.850					208.754.932		
7		185.890.171	36.508.097	149.382.074	4.309.098	14.938.207	7.043.370					208.754.932		
8		185.983.116	36.526.351	149.456.765	4.311.253	14.945.676	7.046.892					208.754.932		
9		186.076.108	36.544.615	149.531.493	4.313.408	14.953.149	7.050.415					208.754.932		
10		186.169.146	36.562.887	149.606.259	4.315.565	14.960.626	7.053.940					208.754.932		
11		186.262.230	36.581.168	149.681.062	4.317.723	14.968.106	7.057.467					208.754.932		
12		186.355.362	36.599.459	149.755.903	4.319.882	14.975.590	7.060.996					208.754.932		
1	3 AÑO	186.448.539	24.686.906	161.761.633	4.322.042	16.176.163	56.453.682	14.419.390	42.034.292	28.356.064		**5.010.118.372**	0	4.953.664.690
2		186.541.763	24.699.250	161.842.514	4.324.203	16.184.251	56.481.909	14.426.599	42.055.309	28.370.242			0	4.897.182.781
3		186.635.034	24.711.599	161.923.435	4.326.365	16.192.343	56.510.150	14.433.813	42.076.337	28.384.427			0	4.840.672.632
4		186.728.352	24.723.955	162.004.397	4.328.528	16.200.440	56.538.405	14.441.029	42.097.375	28.398.619			0	4.784.134.227
5		186.821.716	24.736.317	162.085.399	4.330.692	16.208.540	56.566.674	14.448.250	42.118.424	28.412.819			(0)	4.727.567.553
6		186.915.127	24.748.685	162.166.442	4.332.858	16.216.644	56.594.957	14.455.474	42.139.483	28.427.025			0	4.670.972.596
7		187.008.584	24.761.060	162.247.525	4.335.024	16.224.752	56.623.255	14.462.702	42.160.553	28.441.239			(0)	4.614.349.341
8		187.102.089	24.773.440	162.328.648	4.337.192	16.232.865	56.651.566	14.469.933	42.181.633	28.455.459			0	4.557.697.774
9		187.195.640	24.785.827	162.409.813	4.339.360	16.240.981	56.679.892	14.477.168	42.202.724	28.469.687			0	4.501.017.882
10		187.289.238	24.798.220	162.491.018	4.341.530	16.249.102	56.708.232	14.484.407	42.223.825	28.483.922			(0)	4.444.309.650
11		187.382.882	24.810.619	162.572.263	4.343.701	16.257.226	56.736.586	14.491.649	42.244.937	28.498.164			(0)	4.387.573.064
12		187.476.574	24.823.024	162.653.549	4.345.872	16.265.355	56.764.955	14.498.895	42.266.060	28.512.413			(0)	4.330.808.109
1	4 AÑO	187.570.312	24.835.436	162.734.876	4.348.045	16.273.488	56.793.337	14.506.144	42.287.193	28.526.669			0	4.274.014.772
2		187.664.097	24.847.854	162.816.244	4.350.219	16.281.624	56.821.734	14.513.397	42.308.336	28.540.932			0	4.217.193.039
3		187.757.929	24.860.277	162.897.652	4.352.395	16.289.765	56.850.145	14.520.654	42.329.491	28.555.203			(0)	4.160.342.894
4		187.851.808	24.872.708	162.979.101	4.354.571	16.297.910	56.878.570	14.527.914	42.350.655	28.569.481			(0)	4.103.464.325
5		187.945.734	24.885.144	163.060.590	4.356.748	16.306.059	56.907.009	14.535.178	42.371.831	28.583.765			0	4.046.557.316
6		188.039.707	24.897.587	163.142.120	4.358.926	16.314.212	56.935.462	14.542.446	42.393.017	28.598.057			0	3.989.621.853
7		188.133.727	24.910.035	163.223.691	4.361.106	16.322.369	56.963.930	14.549.717	42.414.213	28.612.356			0	3.932.657.923
8		188.227.794	24.922.490	163.305.303	4.363.286	16.330.530	56.992.412	14.556.992	42.435.420	28.626.662			0	3.875.665.511
9		188.321.908	24.934.952	163.386.956	4.365.468	16.338.696	57.020.908	14.564.270	42.456.638	28.640.976			(0)	3.818.644.603
10		188.416.068	24.947.419	163.468.649	4.367.651	16.346.865	57.049.419	14.571.553	42.477.866	28.655.296			0	3.761.595.184
11		188.510.277	24.959.893	163.550.384	4.369.835	16.355.038	57.077.943	14.578.838	42.499.105	28.669.624			(0)	3.704.517.241
12		188.604.532	24.972.373	163.632.159	4.372.020	16.363.216	57.106.482	14.586.128	42.520.355	28.683.959			(0)	3.647.410.758
1	5 AÑO	188.698.834	24.984.859	163.713.975	4.374.206	16.371.398	57.135.036	14.593.421	42.541.615	28.698.301			(0)	3.590.275.723
2		188.793.183	24.997.351	163.795.832	4.376.393	16.379.583	57.163.603	14.600.718	42.562.886	28.712.650			(0)	3.533.112.119
3		188.887.580	25.009.850	163.877.730	4.378.581	16.387.773	57.192.185	14.608.018	42.584.167	28.727.006			0	3.475.919.934
4		188.982.024	25.022.355	163.959.669	4.380.770	16.395.967	57.220.781	14.615.322	42.605.459	28.741.370			(0)	3.418.699.153
5		189.076.515	25.034.866	164.041.649	4.382.961	16.404.165	57.249.391	14.622.630	42.626.762	28.755.740			0	3.361.449.762
6		189.171.053	25.047.384	164.123.669	4.385.152	16.412.367	57.278.016	14.629.941	42.648.075	28.770.118			0	3.304.171.746
7		189.265.639	25.059.907	164.205.731	4.387.345	16.420.573	57.306.655	14.637.256	42.669.399	28.784.503			0	3.246.865.091
8		189.360.271	25.072.437	164.287.834	4.389.538	16.428.783	57.335.309	14.644.574	42.690.734	28.798.895			0	3.189.529.782
9		189.454.951	25.084.973	164.369.978	4.391.733	16.436.998	57.363.976	14.651.897	42.712.079	28.813.295			(0)	3.132.165.806
10		189.549.679	25.097.516	164.452.163	4.393.929	16.445.216	57.392.658	14.659.223	42.733.435	28.827.702			(0)	3.074.773.148
11		189.644.454	25.110.065	164.534.389	4.396.126	16.453.439	57.421.354	14.666.552	42.754.802	28.842.115			0	3.017.351.793
12		189.739.276	25.122.620	164.616.656	4.398.324	16.461.666	57.450.065	14.673.886	42.776.180	28.856.536			0	2.959.901.728
1	6 AÑO	189.834.146	25.135.181	164.698.965	4.400.523	16.469.896	57.478.790	14.681.223	42.797.568	28.870.965			(0)	2.902.422.938
2		189.929.063	25.147.749	164.781.314	4.402.723	16.478.131	57.507.530	14.688.563	42.818.966	28.885.400			0	2.844.915.408
3		190.024.027	25.160.322	164.863.705	4.404.925	16.486.370	57.536.283	14.695.907	42.840.376	28.899.843			(0)	2.787.379.125
4		190.119.039	25.172.903	164.946.137	4.407.127	16.494.614	57.565.051	14.703.255	42.861.796	28.914.293			(0)	2.729.814.073
5		190.214.099	25.185.489	165.028.610	4.409.331	16.502.861	57.593.834	14.710.607	42.883.227	28.928.750			(0)	2.672.220.239
6		190.309.206	25.198.082	165.111.124	4.411.535	16.511.112	57.622.631	14.717.962	42.904.669	28.943.214			0	2.614.597.609
7		190.404.360	25.210.681	165.193.680	4.413.741	16.519.368	57.651.442	14.725.321	42.926.121	28.957.686			(0)	2.556.946.166
8		190.499.563	25.223.286	165.276.276	4.415.948	16.527.628	57.680.268	14.732.684	42.947.584	28.972.165			(0)	2.499.265.898
9		190.594.812	25.235.898	165.358.915	4.418.156	16.535.891	57.709.108	14.740.050	42.969.058	28.986.651			(0)	2.441.556.790
10		190.690.110	25.248.516	165.441.594	4.420.365	16.544.159	57.737.963	14.747.420	42.990.542	29.001.144			0	2.383.818.828
11		190.785.455	25.261.140	165.524.315	4.422.575	16.552.431	57.766.832	14.754.794	43.012.038	29.015.645			(0)	2.326.051.996
12		190.880.848	25.273.771	165.607.077	4.424.787	16.560.708	57.795.715	14.762.171	43.033.544	29.030.153			(0)	2.268.256.281
1	7 AÑO	190.976.288	25.286.408	165.689.880	4.426.999	16.568.988	57.824.613	14.769.553	43.055.060	29.044.668			(0)	2.210.431.668
2		191.071.776	25.299.051	165.772.725	4.429.212	16.577.273	57.853.525	14.776.937	43.076.588	29.059.190			0	2.152.578.143
3		191.167.312	25.311.700	165.855.612	4.431.427	16.585.561	57.882.452	14.784.326	43.098.126	29.073.720			(0)	2.094.695.691
4		191.262.896	25.324.356	165.938.540	4.433.643	16.593.854	57.911.393	14.791.718	43.119.675	29.088.256			0	2.036.784.298
5		191.358.527	25.337.018	166.021.509	4.435.860	16.602.151	57.940.349	14.799.114	43.141.235	29.102.801			(0)	1.978.843.949
6		191.454.206	25.349.687	166.104.520	4.438.078	16.610.452	57.969.319	14.806.513	43.162.806	29.117.352			(0)	1.920.874.630
7		191.549.934	25.362.362	166.187.572	4.440.297	16.618.757	57.998.304	14.813.917	43.184.387	29.131.911			(0)	1.862.876.326
8		191.645.709	25.375.043	166.270.666	4.442.517	16.627.067	58.027.303	14.821.324	43.205.979	29.146.477			(0)	1.804.849.023
9		191.741.531	25.387.730	166.353.801	4.444.738	16.635.380	58.056.317	14.828.734	43.227.582	29.161.050			(0)	1.746.792.706
10		191.837.402	25.400.424	166.436.978	4.446.960	16.643.698	58.085.345	14.836.149	43.249.196	29.175.630			0	1.688.707.362

PARAMETROS FINANCIEROS	VALOR
% ANUAL CRECIEMIENTO INGRESOS	1,1%
% CRECIMIENTO POBLACION ANUAL	2,0%
IPC MENSUAL	0,3%
IPP MENSUAL	0,05%
SALARIO MINIMO MENSUAL LEGAL VIGENTE 2025	1.423.500
INTERVENTORIA (IVA INCLUIDO)	10%
CAOM MENSUAL ACTUAL	6.980.280
CAOM MENSUAL MODERNIZADO Y EXP	26.473.959
TASA DE RETORNO CREG 101 013 DE 2022	12.09%
RENDIMIENTO M.V. FIDUCIA	0,16%
COMISION FIDUCIA (SMMLV)	3
INVERSION (MODERNIZACION Y EXP)	5.010.118.372
CINV (Modernizacion + Expansion)	56.453.682

RECAUDO I.A.P.			
GRANDES CONTRIBUYENTES	TARIFA	CANTIDAD	RECAUDAR
RECAUDO POR ELECTRIFICADORA	GL	1	36.181.080
ENTRALES HIDROELECTRICAS (generacion energia electrica con uso del agua) Isagen y EP	30SMMLV	2	85.410.000
EMPRESAS DE SERIVCIOS PUBLICOS y SUBESTACIONES DE ENERGIA ELECTRICA (ISA)	10SMMLV	1	14.235.000
ENTIDADES FINANCIERAS CREDITICIAS Y/O BANCARIAS	4SMMLV	1	5.694.000
TIENDAS DE CADENA O VENTAS POR RETAIL (D1)	3SMMLV	1	4.270.500
EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DE TELEFONIA FIJA O CELULAR	10SMMLV	2	28.470.000
EDS - Estaciones de Gasolina (Zeuss y Terpel)	2SMMLV	2	5.694.000
EMPRESAS DE APUESTAS O LOTERIAS A NIVEL NACIONAL (GANA)	3SMMLV	1	4.270.500
TOTAL			184.225.080

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO - MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

MES	AÑO	TOTAL INGRESOS (RECAUDO)	TOTAL GASTO ENERGIA	RECAUDO-ENERGIA	COMISION FID (IVA INC)	INTERVENTORIA iva incluido	CAOM	CINV		OBRAS NO CONTEMPLADAS , ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL, DESARROLLOS TECNOLOGICOS ASOCIADOS AL AP	IPP	INVERSION INICIAL	REMANENTE (Ingresos VS Egresos)	RETORNO DE LA INVERSION
								MODERNIZACION	EXPANSIONES					
11		191.933.321	25.413.124	166.520.196	4.449.184	16.652.020	58.114.387	14.843.567	43.270.821	29.190.218			0	1.630.592.974
12		192.029.287	25.425.831	166.603.456	4.451.408	16.660.346	58.143.445	14.850.988	43.292.456	29.204.813			0	1.572.449.530
1		192.125.302	25.438.544	166.686.758	4.453.634	16.668.676	58.172.516	14.858.414	43.314.102	29.219.416			(0)	1.514.277.014
2		192.221.365	25.451.263	166.770.102	4.455.861	16.677.010	58.201.603	14.865.843	43.335.759	29.234.025			0	1.456.075.411
3		192.317.475	25.463.989	166.853.487	4.458.089	16.685.349	58.230.703	14.873.276	43.357.427	29.248.642			0	1.397.844.708
4		192.413.634	25.476.721	166.936.913	4.460.318	16.693.691	58.259.819	14.880.713	43.379.106	29.263.267			(0)	1.339.584.889
5		192.509.841	25.489.459	167.020.382	4.462.548	16.702.038	58.288.949	14.888.153	43.400.796	29.277.898			0	1.281.295.940
6	8 AÑO	192.606.096	25.502.204	167.103.892	4.464.779	16.710.389	58.318.093	14.895.597	43.422.496	29.292.537			0	1.222.977.847
7		192.702.399	25.514.955	167.187.444	4.467.012	16.718.744	58.347.252	14.903.045	43.444.207	29.307.184			(0)	1.164.630.595
8		192.798.750	25.527.712	167.271.038	4.469.245	16.727.104	58.376.426	14.910.496	43.465.929	29.321.837			0	1.106.254.169
9		192.895.150	25.540.476	167.354.673	4.471.480	16.735.467	58.405.614	14.917.952	43.487.662	29.336.498			0	1.047.848.555
10		192.991.597	25.553.247	167.438.351	4.473.716	16.743.835	58.434.817	14.925.411	43.509.406	29.351.166			0	989.413.739
11		193.088.093	25.566.023	167.522.070	4.475.952	16.752.207	58.464.034	14.932.873	43.531.161	29.365.842			(0)	930.949.705
12		193.184.637	25.578.806	167.605.831	4.478.190	16.760.583	58.493.266	14.940.340	43.552.926	29.380.525			(0)	872.456.438
1		193.281.229	25.591.596	167.689.634	4.480.430	16.768.963	58.522.513	14.947.810	43.574.703	29.395.215			0	813.933.926
2		193.377.870	25.604.391	167.773.479	4.482.670	16.777.348	58.551.774	14.955.284	43.596.490	29.409.913			(0)	755.382.151
3		193.474.559	25.617.194	167.857.365	4.484.911	16.785.737	58.581.050	14.962.762	43.618.288	29.424.618			(0)	696.801.101
4		193.571.296	25.630.002	167.941.294	4.487.154	16.794.129	58.610.340	14.970.243	43.640.098	29.439.330			0	638.190.761
5		193.668.082	25.642.817	168.025.265	4.489.397	16.802.526	58.639.646	14.977.728	43.661.918	29.454.050			(0)	579.551.115
6	9 AÑO	193.764.916	25.655.639	168.109.277	4.491.642	16.810.928	58.668.965	14.985.217	43.683.749	29.468.777			(0)	520.882.150
7		193.861.798	25.668.466	168.193.332	4.493.888	16.819.333	58.698.300	14.992.710	43.705.590	29.483.511			0	462.183.850
8		193.958.729	25.681.301	168.277.429	4.496.135	16.827.743	58.727.649	15.000.206	43.727.443	29.498.253			(0)	403.456.201
9		194.055.709	25.694.141	168.361.567	4.498.383	16.836.157	58.757.013	15.007.706	43.749.307	29.513.002			(0)	344.699.188
10		194.152.736	25.706.988	168.445.748	4.500.632	16.844.575	58.786.391	15.015.210	43.771.182	29.527.758			0	285.912.796
11		194.249.813	25.719.842	168.529.971	4.502.882	16.852.997	58.815.785	15.022.717	43.793.067	29.542.522			0	227.097.012
12		194.346.938	25.732.702	168.614.236	4.505.134	16.861.424	58.845.193	15.030.229	43.814.964	29.557.294			(0)	168.251.819
1		194.444.111	25.745.568	168.698.543	4.507.386	16.869.854	58.874.615	15.037.744	43.836.871	29.572.072			0	109.377.204
2		194.541.333	25.758.441	168.782.892	4.509.640	16.878.289	58.904.052	15.045.263	43.858.790	29.586.858			0	50.473.152
3		194.638.604	25.771.320	168.867.284	4.511.895	16.886.728	58.933.504	15.052.785	43.880.719	29.601.652			(0)	(8.460.353)
4		194.735.923	25.784.206	168.951.717	4.514.151	16.895.172	58.962.971	15.060.312	43.902.659	29.616.453			(0)	
5		194.833.291	25.797.098	169.036.193	4.516.408	16.903.619	58.992.453	15.067.842	43.924.611	29.631.261			(0)	
6	10 AÑO	194.930.708	25.809.996	169.120.711	4.518.666	16.912.071	59.021.949	15.075.376	43.946.573	29.646.076			0	
7		195.028.173	25.822.901	169.205.272	4.520.925	16.920.527	59.051.460	15.082.914	43.968.546	29.660.899			0	
8		195.125.687	25.835.813	169.289.874	4.523.186	16.928.987	59.080.986	15.090.455	43.990.531	29.675.730			(0)	
9		195.223.250	25.848.731	169.374.519	4.525.447	16.937.452	59.110.526	15.098.000	44.012.526	29.690.568			(0)	
10		195.320.862	25.861.655	169.459.206	4.527.710	16.945.921	59.140.081	15.105.549	44.034.532	29.705.413			0	
11		195.418.522	25.874.586	169.543.936	4.529.974	16.954.394	59.169.651	15.113.102	44.056.549	29.720.266			(0)	
12		195.516.231	25.887.523	169.628.708	4.532.239	16.962.871	59.199.236	15.120.659	44.078.578	29.735.126			(0)	
1		195.613.989	25.900.467	169.713.522	4.534.505	16.971.352	59.228.836	15.128.219	44.100.617	29.749.993			0	
2		195.711.796	25.913.417	169.798.379	4.536.772	16.979.838	59.258.450	15.135.783	44.122.667	29.764.868			0	
3		195.809.652	25.926.374	169.883.278	4.539.041	16.988.328	59.288.080	15.143.351	44.144.729	29.779.751			(0)	
4		195.907.557	25.939.337	169.968.220	4.541.310	16.996.822	59.317.724	15.150.923	44.166.801	29.794.641			(0)	
5		196.005.511	25.952.307	170.053.204	4.543.581	17.005.320	59.347.382	15.158.498	44.188.884	29.809.538			0	
6	11 AÑO	196.103.514	25.965.283	170.138.231	4.545.853	17.013.823	59.377.056	15.166.077	44.210.979	29.824.443			(0)	
7		196.201.565	25.978.266	170.223.300	4.548.126	17.022.330	59.406.745	15.173.660	44.233.084	29.839.355			0	
8		196.299.666	25.991.255	170.308.411	4.550.400	17.030.841	59.436.448	15.181.247	44.255.201	29.854.275			(0)	
9		196.397.816	26.004.250	170.393.566	4.552.675	17.039.357	59.466.166	15.188.838	44.277.328	29.869.202			(0)	
10		196.496.015	26.017.253	170.478.762	4.554.951	17.047.876	59.495.899	15.196.432	44.299.467	29.884.136			0	
11		196.594.263	26.030.261	170.564.002	4.557.229	17.056.400	59.525.647	15.204.030	44.321.617	29.899.079			(0)	
12		196.692.560	26.043.276	170.649.284	4.559.507	17.064.928	59.555.410	15.211.632	44.343.778	29.914.028			0	
1		196.790.906	26.056.298	170.734.608	4.561.787	17.073.461	59.585.188	15.219.238	44.365.950	29.928.985			0	
2		196.889.302	26.069.326	170.819.976	4.564.068	17.081.998	59.614.980	15.226.848	44.388.133	29.943.950			(0)	
3		196.987.747	26.082.361	170.905.386	4.566.350	17.090.539	59.644.788	15.234.461	44.410.327	29.958.922			(0)	
4		197.086.240	26.095.402	170.990.838	4.568.633	17.099.084	59.674.610	15.242.079	44.432.532	29.973.901			0	
5		197.184.784	26.108.450	171.076.334	4.570.917	17.107.633	59.704.448	15.249.700	44.454.748	29.988.888			(0)	
6	12 AÑO	197.283.376	26.121.504	171.161.872	4.573.203	17.116.187	59.734.300	15.257.324	44.476.975	30.003.882			0	
7		197.382.018	26.134.565	171.247.453	4.575.489	17.124.745	59.764.167	15.264.953	44.499.214	30.018.884			0	
8		197.480.709	26.147.632	171.333.077	4.577.777	17.133.308	59.794.049	15.272.586	44.521.463	30.033.894			(0)	
9		197.579.449	26.160.706	171.418.743	4.580.066	17.141.874	59.823.946	15.280.222	44.543.724	30.048.911			(0)	
10		197.678.239	26.173.786	171.504.453	4.582.356	17.150.445	59.853.858	15.287.862	44.565.996	30.063.935			0	
11		197.777.078	26.186.873	171.590.205	4.584.647	17.159.020	59.883.785	15.295.506	44.588.279	30.078.967			0	
12		197.875.966	26.199.966	171.676.000	4.586.940	17.167.600	59.913.727	15.303.154	44.610.573	30.094.007			(0)	
1		197.974.904	26.213.066	171.761.838	4.589.233	17.176.184	59.943.684	15.310.805	44.632.878	30.109.054			(0)	
2		198.073.892	26.226.173	171.847.719	4.591.528	17.184.772	59.973.656	15.318.461	44.655.195	30.124.108			0	
3		198.172.929	26.239.286	171.933.643	4.593.823	17.193.364	60.003.642	15.326.120	44.677.523	30.139.170			0	
4		198.272.015	26.252.406	172.019.610	4.596.120	17.201.961	60.033.644	15.333.783	44.699.861	30.154.240			(0)	
5		198.371.151	26.265.532	172.105.619	4.598.418	17.210.562	60.063.661	15.341.450	44.722.211	30.169.317			(0)	
6	13 AÑO	198.470.337	26.278.665	172.191.672	4.600.718	17.219.167	60.093.693	15.349.121	44.744.572	30.184.402			(0)	
7		198.569.572	26.291.804	172.277.768	4.603.018	17.227.777	60.123.740	15.356.795	44.766.945	30.199.494			(0)	
8		198.668.857	26.304.950	172.363.907	4.605.319	17.236.391	60.153.802	15.364.473	44.789.328	30.214.594			(0)	
9		198.768.191	26.318.102	172.450.089	4.607.622	17.245.009	60.183.878	15.372.156	44.811.723	30.229.701			(0)	
10		198.867.575	26.331.261	172.536.314	4.609.926	17.253.631	60.213.970	15.379.842	44.834.129	30.244.816			(0)	
11		198.967.009	26.344.427	172.622.582	4.612.231	17.262.258	60.244.077	15.387.532	44.856.546	30.259.938			0	
12		199.066.493	26.357.599	172.708.893	4.614.537	17.270.889	60.274.199	15.395.226	44.878.974	30.275.068			0	
1		199.166.026	26.370.778	172.795.248	4.616.844	17.279.525	60.304.337	15.402.923	44.901.413	30.290.206			(0)	
2		199.265.609	26.383.963	172.881.645	4.619.153	17.288.165	60.334.489	15.410.625	44.923.864	30.305.351			(0)	
3		199.365.242	26.397.155	172.968.086	4.621.462	17.296.809	60.364.656	15.418.330	44.946.326	30.320.503			0	
4		199.464.924	26.410.354	173.054.570	4.623.773	17.305.457	60.394.838	15.426.039	44.968.799	30.335.664			(0)	
5		199.564.657	26.423.559	173.141.098	4.626.085	17.314.110	60.425.036	15.433.752	44.991.284	30.350.831			0	
6	14 AÑO	199.664.439	26.436.771	173.227.668	4.628.398	17.322.767	60.455.248	15.441.469	45.013.779	30.366.007			(0)	
7		199.764.271	26.449.989	173.314.282	4.630.712	17.331.428	60.485.476	15.449.190	45.036.286	30.381.190			(0)	
8		199.864.153	26.463.214	173.400.939	4.633.028	17.340.094	60.515.719	15.456.914	45.058.804	30.396.380			0	
9		199.964.085	26.476.446	173.487.640	4.635.344	17.348.764	60.545.976	15.464.643	45.081.334	30.411.579			(0)	
10		200.064.068	26.489.684	173.574.383	4.637.662	17.357.438	60.576.249	15.472.375	45.103.874	30.426.784			0	

PARAMETROS FINANCIEROS	VALOR
% ANUAL CRECIEMIENTO INGRESOS	1,1%
% CRECIMIENTO POBLACION ANUAL	2,0%
IPC MENSUAL	0,3%
IPP MENSUAL	0,05%
SALARIO MINIMO MENSUAL LEGAL VIGENTE 2025	1.423.500
INTERVENTORIA (IVA INCLUIDO)	10%
CAOM MENSUAL ACTUAL	6.980.280
CAOM MENSUAL MODERNIZADO Y EXP	26.473.959
TASA DE RETORNO CREG 101 013 DE 2022	12.09%
RENDIMIENTO M.V. FIDUCIA	0,16%
COMISION FIDUCIA (SMMLV)	3
INVERSION (MODERNIZACION Y EXP)	5.010.118.372
CINV (Modernizacion + Expansion)	56.453.682

RECAUDO I.A.P.			
GRANDES CONTRIBUYENTES	TARIFA	CANTIDAD	RECAUDAR
RECAUDO POR ELECTRIFICADORA	GL	1	36.181.080
ENTRALES HIDROELECTRICAS (generacion energia electrica con uso del agua) Isagen y EP	30SMMLV	2	85.410.000
EMPRESAS DE SERIVCIOS PUBLICOS y SUBESTACIONES DE ENERGIA ELECTRICA (ISA)	10SMMLV	1	14.235.000
ENTIDADES FINANCIERAS CREDITICIAS Y/O BANCARIAS	4SMMLV	1	5.694.000
TIENDAS DE CADENA O VENTAS POR RETAIL (D1)	3SMMLV	1	4.270.500
EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES DE TELEFONIA FIJA O CELULAR	10SMMLV	2	28.470.000
EDS - Estaciones de Gasolina (Zeuss y Terpel)	2SMMLV	2	5.694.000
EMPRESAS DE APUESTAS O LOTERIAS A NIVEL NACIONAL (GANA)	3SMMLV	1	4.270.500
TOTAL			**184.225.080**

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO - MUNICIPIO DE SAN RAFAEL

MES	AÑO	TOTAL INGRESOS (RECAUDO)	TOTAL GASTO ENERGIA	RECAUDO-ENERGIA	COMISION FID (IVA INC)	INTERVENTORIA iva incluido	CAOM	CINV		OBRAS NO CONTEMPLADAS, ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL, DESARROLLOS TECNOLOGICOS ASOCIADOS AL AP	IPP	INVERSION INICIAL	REMANENTE (Ingresos VS Egresos)	RETORNO DE LA INVERSION
								MODERNIZACION	EXPANSIONES					
11		200.164.100	26.502.929	173.661.171	4.639.981	17.366.117	60.606.538	15.480.111	45.126.426	30.441.998			(0)	
12		200.264.182	26.516.180	173.748.001	4.642.301	17.374.800	60.636.841	15.487.851	45.148.990	30.457.219			(0)	
1		200.364.314	26.529.439	173.834.875	4.644.622	17.383.488	60.667.159	15.495.595	45.171.564	30.472.447			0	
2		200.464.496	26.542.703	173.921.793	4.646.944	17.392.179	60.697.493	15.503.343	45.194.150	30.487.684			(0)	
3		200.564.728	26.555.975	174.008.753	4.649.267	17.400.875	60.727.842	15.511.095	45.216.747	30.502.928			(0)	
4		200.665.010	26.569.253	174.095.758	4.651.592	17.409.576	60.758.205	15.518.850	45.239.355	30.518.179			(0)	
5		200.765.343	26.582.537	174.182.806	4.653.918	17.418.281	60.788.585	15.526.610	45.261.975	30.533.438			0	
6	15 AÑO	200.865.726	26.595.828	174.269.897	4.656.245	17.426.990	60.818.979	15.534.373	45.284.606	30.548.705			(0)	
7		200.966.158	26.609.126	174.357.032	4.658.573	17.435.703	60.849.388	15.542.140	45.307.248	30.563.979			0	
8		201.066.642	26.622.431	174.444.211	4.660.902	17.444.421	60.879.813	15.549.911	45.329.902	30.579.261			0	
9		201.167.175	26.635.742	174.531.433	4.663.233	17.453.143	60.910.253	15.557.686	45.352.567	30.594.551			(0)	
10		201.267.758	26.649.060	174.618.698	4.665.564	17.461.870	60.940.708	15.565.465	45.375.243	30.609.848			0	
11		201.368.392	26.662.385	174.706.008	4.667.897	17.470.601	60.971.178	15.573.248	45.397.931	30.625.153			(0)	
12		201.469.077	26.675.716	174.793.361	4.670.231	17.479.336	61.001.664	15.581.034	45.420.630	30.640.466			(0)	
1		201.569.811	26.689.054	174.880.757	4.672.566	17.488.076	61.032.165	15.588.825	45.443.340	30.655.786			(0)	
2		201.670.596	26.702.398	174.968.198	4.674.902	17.496.820	61.062.681	15.596.619	45.466.062	30.671.114			(0)	
3		201.771.431	26.715.749	175.055.682	4.677.240	17.505.568	61.093.212	15.604.418	45.488.795	30.686.449			0	
4		201.872.317	26.729.107	175.143.210	4.679.579	17.514.321	61.123.759	15.612.220	45.511.539	30.701.792			0	
5		201.973.253	26.742.472	175.230.781	4.681.918	17.523.078	61.154.321	15.620.026	45.534.295	30.717.143			0	
6	16 AÑO	202.074.240	26.755.843	175.318.397	4.684.259	17.531.840	61.184.898	15.627.836	45.557.062	30.732.502			(0)	
7		202.175.277	26.769.221	175.406.056	4.686.601	17.540.606	61.215.490	15.635.650	45.579.841	30.747.868			0	
8		202.276.365	26.782.606	175.493.759	4.688.945	17.549.376	61.246.098	15.643.468	45.602.630	30.763.242			0	
9		202.377.503	26.795.997	175.581.506	4.691.289	17.558.151	61.276.721	15.651.289	45.625.432	30.778.624			(0)	
10		202.478.691	26.809.395	175.669.297	4.693.635	17.566.930	61.307.360	15.659.115	45.648.244	30.794.013			0	
11		202.579.931	26.822.800	175.757.131	4.695.982	17.575.713	61.338.013	15.666.945	45.671.069	30.809.410			0	
12		202.681.221	26.836.211	175.845.010	4.698.330	17.584.501	61.368.682	15.674.778	45.693.904	30.824.815			(0)	
1		202.782.561	26.849.629	175.932.932	4.700.679	17.593.293	61.399.367	15.682.615	45.716.751	30.840.227			0	
2		202.883.953	26.863.054	176.020.899	4.703.029	17.602.090	61.430.066	15.690.457	45.739.609	30.855.647			0	
3		202.985.395	26.876.485	176.108.909	4.705.381	17.610.891	61.460.781	15.698.302	45.762.479	30.871.075			0	
4		203.086.887	26.889.924	176.196.964	4.707.733	17.619.696	61.491.512	15.706.151	45.785.361	30.886.511			(0)	
5		203.188.431	26.903.369	176.285.062	4.710.087	17.628.506	61.522.257	15.714.004	45.808.253	30.901.954			(0)	
6	17 AÑO	203.290.025	26.916.820	176.373.205	4.712.442	17.637.320	61.553.019	15.721.861	45.831.157	30.917.405			(0)	
7		203.391.670	26.930.279	176.461.391	4.714.798	17.646.139	61.583.795	15.729.722	45.854.073	30.932.864			(0)	
8		203.493.366	26.943.744	176.549.622	4.717.156	17.654.962	61.614.587	15.737.587	45.877.000	30.948.330			0	
9		203.595.113	26.957.216	176.637.897	4.719.514	17.663.790	61.645.394	15.745.456	45.899.938	30.963.804			0	
10		203.696.910	26.970.694	176.726.216	4.721.874	17.672.622	61.676.217	15.753.329	45.922.888	30.979.286			0	
11		203.798.759	26.984.180	176.814.579	4.724.235	17.681.458	61.707.055	15.761.205	45.945.850	30.994.776			(0)	
12		203.900.658	26.997.672	176.902.986	4.726.597	17.690.299	61.737.909	15.769.086	45.968.823	31.010.273			0	
1		204.002.608	27.011.171	176.991.438	4.728.961	17.699.144	61.768.778	15.776.970	45.991.807	31.025.778			0	
2		204.104.610	27.024.676	177.079.933	4.731.325	17.707.993	61.799.662	15.784.859	46.014.803	31.041.291			0	
3		204.206.662	27.038.188	177.168.473	4.733.691	17.716.847	61.830.562	15.792.751	46.037.810	31.056.812			(0)	
4		204.308.765	27.051.708	177.257.058	4.736.058	17.725.706	61.861.477	15.800.648	46.060.829	31.072.340			0	
5		204.410.920	27.065.233	177.345.686	4.738.426	17.734.569	61.892.408	15.808.548	46.083.860	31.087.876			0	
6	18 AÑO	204.513.125	27.078.766	177.434.359	4.740.795	17.743.436	61.923.354	15.816.452	46.106.902	31.103.420			0	
7		204.615.382	27.092.305	177.523.076	4.743.165	17.752.308	61.954.316	15.824.360	46.129.955	31.118.972			(0)	
8		204.717.689	27.105.852	177.611.838	4.745.537	17.761.184	61.985.293	15.832.273	46.153.020	31.134.531			0	
9		204.820.048	27.119.405	177.700.644	4.747.910	17.770.064	62.016.285	15.840.189	46.176.097	31.150.099			(0)	
10		204.922.458	27.132.964	177.789.494	4.750.283	17.778.949	62.047.294	15.848.109	46.199.185	31.165.674			(0)	
11		205.024.919	27.146.531	177.878.389	4.752.659	17.787.839	62.078.317	15.856.033	46.222.284	31.181.257			(0)	
12		205.127.432	27.160.104	177.967.328	4.755.035	17.796.733	62.109.356	15.863.961	46.245.395	31.196.847			0	
1		205.229.996	27.173.684	178.056.312	4.757.412	17.805.631	62.140.411	15.871.893	46.268.518	31.212.446			(0)	
2		205.332.611	27.187.271	178.145.340	4.759.791	17.814.534	62.171.481	15.879.829	46.291.652	31.228.052			(0)	
3		205.435.277	27.200.865	178.234.412	4.762.171	17.823.441	62.202.567	15.887.769	46.314.798	31.243.666			(0)	
4		205.537.995	27.214.465	178.323.530	4.764.552	17.832.353	62.233.668	15.895.713	46.337.956	31.259.288			(0)	
5		205.640.764	27.228.072	178.412.691	4.766.934	17.841.269	62.264.785	15.903.661	46.361.125	31.274.917			0	
6	19 AÑO	205.743.584	27.241.686	178.501.898	4.769.318	17.850.190	62.295.918	15.911.612	46.384.305	31.290.555			(0)	
7		205.846.456	27.255.307	178.591.149	4.771.703	17.859.115	62.327.066	15.919.568	46.407.497	31.306.200			0	
8		205.949.379	27.268.935	178.680.444	4.774.088	17.868.044	62.358.229	15.927.528	46.430.701	31.321.853			0	
9		206.052.354	27.282.569	178.769.784	4.776.475	17.876.978	62.389.408	15.935.492	46.453.916	31.337.514			0	
10		206.155.380	27.296.210	178.859.169	4.778.864	17.885.917	62.420.603	15.943.459	46.477.143	31.353.183			(0)	
11		206.258.457	27.309.859	178.948.599	4.781.253	17.894.860	62.451.813	15.951.431	46.500.382	31.368.860			(0)	
12		206.361.587	27.323.513	179.038.073	4.783.644	17.903.807	62.483.039	15.959.407	46.523.632	31.384.544			(0)	
1		206.464.767	27.337.175	179.127.592	4.786.036	17.912.759	62.514.281	15.967.387	46.546.894	31.400.236			0	
2		206.568.000	27.350.844	179.217.156	4.788.429	17.921.716	62.545.538	15.975.370	46.570.167	31.415.936			0	
3		206.671.284	27.364.519	179.306.765	4.790.823	17.930.676	62.576.811	15.983.358	46.593.453	31.431.644			0	
4		206.774.620	27.378.202	179.396.418	4.793.218	17.939.642	62.608.099	15.991.350	46.616.749	31.447.360			0	
5		206.878.007	27.391.891	179.486.116	4.795.615	17.948.612	62.639.403	15.999.345	46.640.058	31.463.084			(0)	
6	20 AÑO	206.981.446	27.405.587	179.575.859	4.798.013	17.957.586	62.670.723	16.007.345	46.663.378	31.478.815			0	
7		207.084.937	27.419.289	179.665.647	4.800.412	17.966.565	62.702.058	16.015.349	46.686.709	31.494.555			(0)	
8		207.188.479	27.432.999	179.755.480	4.802.812	17.975.548	62.733.409	16.023.356	46.710.053	31.510.302			0	
9		207.292.073	27.446.715	179.845.358	4.805.213	17.984.536	62.764.776	16.031.368	46.733.408	31.526.057			0	
10		207.395.719	27.460.439	179.935.280	4.807.616	17.993.528	62.796.158	16.039.384	46.756.774	31.541.820			0	
11		207.499.417	27.474.169	180.025.248	4.810.020	18.002.525	62.827.556	16.047.403	46.780.153	31.557.591			0	
12		207.603.167	27.487.906	180.115.261	4.812.425	18.011.526	62.858.970	16.055.427	46.803.543	31.573.370			(0)	

ANEXO 3

BIBLIOGRAFIA

5. ACTUALIZACIÓN ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA ALUMBRADO PÚBLICO. (n.d.).

Cuántos habitantes tiene San Rafael, Antioquia en 2025. (n.d.). Retrieved September 21, 2025, from https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2025/antioquia/san-rafael

ESTUDIO REFERENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO - Alcaldía Municipal de Heliconia en Antioquia. (n.d.). Https://Www.Heliconia-Antioquia.Gov.Co/Politicas-y-Lineamientos/Estudio-Referente-de-Alumbrado-Publico.

ESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA DEL ALUMBRADO PUBLICO. (2022, January). https://www.donmatias-antioquia.gov.co/Transparencia/GestionDocumental/ESTUDIO%20Tecnico%20de%20Referencia%20Ajustado%20mpio%20marzo%2023%20de%202022.pdf

La Agenda 2030 en Colombia - Objetivos de Desarrollo Sostenible. (n.d.). Retrieved September 22, 2025, from https://ods.dnp.gov.co/

Plan de Desarrollo Municipal 2024 - 2027. (n.d.). Retrieved September 21, 2025, from https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/28565/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%20SAN%20RAFAEL%202024-2027.pdf?sequence=1&isAllowed=y

prospektadigital. (n.d.). *¿Que significa ser una ciudad inteligente? - Gabinete CEO*. Https://Gabineteceo.Mx/2023/07/17/Ciudadinteligente/.

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. (n.d.). Retrieved June 17, 2025, from https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

Resolución_40150_de_2024_compilada_con_los_cuatro_libros. (n.d.).

San Rafael (Colombia) - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved September 21, 2025, from https://es.wikipedia.org/wiki/San_Rafael_(Colombia)

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL

ELABORADO POR

FERNANDO ALBERTO GONZÁLEZ GUEVARA

EESTUDIO TECNICO DE REFERENCIA SAN RAFAEL