

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 0949-SGR DE 2022

**CONTRATANTE: MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
CONTRATISTA: CONSORCIO APV**

OBJETO:

**“ESTUDIO PARA LA MODERNIZACIÓN, REPOSICIÓN,
EXPANSIÓN, ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO, SOSTENIBILIDAD ECONOMICA Y
AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR”.**

JULIO DE 2022

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	GLOSARIO	9
3.	OBJETIVO GENERAL	17
	3.1. Objetivos específicos	17
4.	DERECHO REGULATORIO COLOMBIANO.....	18
5.	ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR	20
	5.1. Contexto municipio de Valledupar	20
	5.1.1. Geografía y División Política	21
	5.1.2. Población	22
	5.1.3. Hidrografía y vías	24
	5.1.4. Vías de acceso a la ciudad	24
	5.1.5. Economía	24
	5.1.6. Cobertura en Servicios Públicos	25
	5.1.7. Sitios de Interés	25
6.	ESTADO ACTUAL DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 27	
	6.1. ESQUEMA ACTUAL DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.	28
	6.1.1. Supervisión al Servicio de Alumbrado Público	29
	6.1.2. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM)	29
	6.1.3. Suministro de energía eléctrica	30
	6.1.4. Facturación y recaudo del impuesto	30
	6.1.5. Cobertura del servicio - Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 “Lo hacemos mejor”	32
	6.1.6. Eficiencia Energética	35
7.	MODERNIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR	40
	7.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	40
	7.2. DURACIÓN DEL PROYECTO	40
	7.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	40
8.	ASPECTOS JURÍDICOS, REGULATORIOS Y NORMATIVOS	46
	8.1.1. Normatividad General y Jurisprudencia Relevante Aplicable al Servicio de Alumbrado Público	46
	8.1.2. Normatividad general	46
	8.1.3. Jurisprudencia relevante	49
8.2.	Marco legal en materia de Alumbrado Público	50
8.3.	RESOLUCIONES CREG RELACIONADAS CON EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO	57
	8.4. NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	67
	8.4.1. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP	67
	8.4.2. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE.....	68
	8.4.3. URE (Uso racional y eficiente de la energía).....	68
	8.4.4. Norma técnica colombiana NTC 2050	68

9	ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE COSTOS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR	69
9.1	RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022.....	70
9.2	UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE ALUMBRADO PÚBLICO - UCAP	70
9.3	VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS UCAP	74
9.4	VALORACIÓN A PRECIOS DE NUEVO Y PUESTO EN OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA INSTALADA.74	
9.5	INVERSIONES PARA LA MODERNIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	78
9.5.1	COSTOS MAXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO – CINV	78
9.5.2	INVERSIONES CON RECURSOS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	81
9.6	COSTOS MAXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN, Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO-CAOM	82
9.7	COSTO DEL SERVICIO DE ENERGIA ELÉCTRICA (CSEE).....	83
9.8	ACTUALIZACIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LOS COSTOS MÁXIMOS DE LAS ACTIVIDADES INVERSIÓN, ADMINSTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SALP	89
9.9	COSTOS ASOCIADOS A LA GESTION AMBIENTAL.....	89
9.10	DESARROLLOS TECNOLOGICOS ASOCIADOS AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO	90
9.11	INTERVENTORIA	93
9.12	ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SMART CITIES	93
9.13	OTROS GASTOS.....	94
9.14	COSTOS TOTALES Y POR ACTIVIDAD	94
9.15	ESQUEMA FINANCIERO	97
9.16	CLASIFICACION DE LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO	100
9.17	CONSUMO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELECTRICA DOMICILIARIA	100
9.18	NIVEL DE COBERTURA, CALIDAD Y EFICIENCIA ENERGETICA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO. 101	
10	EFICIENCIA ENERGETICA EN EL SISTEMA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 103	
11	ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	105
	10.1. Impacto social	105
	10.2 Impacto ambiental	106
12.	CASOS ESPECIALES DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS.	120
	CÓMO MINIMIZAR EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	131
	METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS M4.....	152
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	182
14	ANEXOS.....	185
	14.1 Unidades Constructivas de Alumbrado Público – UCAP	186
	14.2 Esquema financiero periodo 30 años.....	187
	14.3 Esquema financiero periodo 25 años.....	188
	14.4 Esquema financiero periodo 20 años.....	189
	14.5 Esquema financiero periodo 15 años.....	190

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Información general del municipio de Valledupar.....	20
Tabla 2 – Composición del sistema de alumbrado público	36
Tabla 3 – Inventario de infraestructura instalada actualmente.....	36
Tabla 4 – Tabla de tarifas para servicios profesionales de Ingeniería	72
Tabla 5. Vida útil de los activos de Alumbrado Público	74
Tabla 6. Costo a precios de nuevo y en operación de la infraestructura instalada a Mayo de 2022.....	74
Tabla 7. Inversiones en modernización y expansión prioritaria.....	79
Tabla 8. Inversiones y Cálculo anual remuneración por inversión CINV y vida útil remanente	80
Tabla 9. Costo expansión vegetativa en precios corrientes	81
Tabla 10. Cálculo costo anual CAOM	82
Tabla 11 – Demanda de energía anual actual y proyectada en nivel de tensión 1 y 2.....	84
Tabla 12. Valores históricos del componente G reportados a XM	85
Tabla 13. Promedio costo del componente G para el comercializador AFINIA S.A. E.S.P. en la tarifa del servicio de alumbrado público para el municipio de Valledupar	85
Tabla 14. Proyección costo del componente de Generación (G).....	86
Tabla 15. Costo máximo del suministro de energía eléctrica CSEE.....	88
Tabla 16. Costos de las actividades del servicio de alumbrado público – Decreto 943 de 2018	96
Tabla 17. Esquema financiero periodo 30 años.....	97
Tabla 18. Promedio consumo del servicio de energía eléctrica	101
Tabla 19. Promedio usuario de energía	101
Tabla 20. Potencia instalada y consumo de energía actual y al finalizar la modernización.....	103
Tabla 21. Clases de iluminación para vías vehiculares.....	113
Tabla 22. Variación en las clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control de tráfico	114
Tabla 23. Clases de iluminación para vías en áreas peatonales y de ciclistas	114
Tabla 24. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada.	115
Tabla 25. Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas.....	115
Tabla 26. Clases de iluminación en áreas críticas de vías vehiculares.	116
Tabla 27 . Recomendación para disposición de luminarias.	118

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Mapas área metropolitana y municipio de Valledupar	22
Ilustración 2 – Sitios de interés municipio de Valledupar.....	25
Ilustración 3 - Estructura actual de prestación servicio de Alumbrado público	27
Ilustración 4 - Estructura Organización de la Prestación del servicio de AP. Del Municipio de Valledupar.....	29
Ilustración 5 - Esquema resolución CREG 101 013 de 2022	65
Ilustración 6. Disposición unilateral.....	118
Ilustración 7. Disposición central doble.....	119
Ilustración 8. Disposición bilateral alternada	119
Ilustración 9. Disposición de luminarias en trayectos curvos	120
Ilustración 10. Disposición de luminarias en calzada con pendiente	121
Ilustración 11. valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para vías vehiculares (W/m2). Adaptación de la Norma Oficial Mexicana NOM-13-ENER-2004 (Reglamento Técnico).	123
Ilustración 12. Separación mínima entre árboles y los postes con las luminarias de alumbrado público, para evitar sombras sobre la vía.	125
Ilustración 13. Imágenes de algunas de las vías en el municipio de Valledupar	125
Ilustración 14. Control de flujo luminoso de proyectos.....	132
Ilustración 15. Angulo de inclinación de las luminarias	132
Ilustración 16. Angulo de inclinación de las luminarias para proyectores en fachadas.....	133
Ilustración 17. Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos.....	133
Ilustración 18. Ángulos de inclinación de proyectores	134

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1 – Distribución de población municipio de Valledupar	23
Gráfica 2 – Desagregación étnica Valledupar.....	23
Gráfica 3 – Cobertura de Servicios públicos.....	25
Gráfica 4. Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh	84

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la importancia del servicio de alumbrado público para el desarrollo humano en condiciones de seguridad, el municipio de Valledupar es consciente de la necesidad de adelantar el Estudio Técnico de Referencia (ETR), en cumplimiento de la normatividad y la ley vigente; así mismo, identificar los esquemas o las alternativas de prestación de este servicio público no domiciliario.

Por esta razón, el presente documento tiene por finalidad adelantar lo definido en el Decreto 943 de 2018, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016; el cual establece que los municipios y distritos deberán realizar, dentro de un plazo razonable, un estudio técnico de referencia de determinación de costos estimados de prestación en cada actividad del servicio de alumbrado público, que deberá mantenerse público en la página web del ente territorial.

En este sentido, la Comisión de Regulación de Energía y Gas-CREG expidió la Resolución 101 013 de 2022; la cual determinó en su artículo 6, lo siguiente:

“Artículo 6. Estudio Técnico de Referencia, ETR. De conformidad con lo dispuesto y detallado en el artículo 2.2.3.6.1.3. del decreto 1073 de 2015, los municipios o distritos deben realizar un Estudio Técnico de Referencia y publicarlo en su página web, el cual incluirá como mínimo:

1. Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética. El diagnóstico debe contener, una descripción del estado de la prestación del servicio de alumbrado, y debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:
 - a) *Inventario de la infraestructura: El inventario de luminarias y demás componentes de la infraestructura del SALP deben estar debidamente registrados y actualizados en el Sistema de Información de Alumbrado Público, SIAP, de acuerdo con los criterios establecidos en la sección 580.1 del RETILAP o aquellos que la modifiquen, adicione, sustituyan o complementen. El inventario debe incluir la fecha de entrada en operación y el nivel de riesgo de cada activo de no prestar el servicio para el cual se encuentra en funcionamiento de acuerdo con su obsolescencia tecnológica.*
 - b) *Inventario de los espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular considerados en la definición de espacios objeto del alumbrado público, clasificando estos espacios según su destinación, determinando el área o longitud en el caso de caminos o vías vehiculares o peatonales.*
 - c) *Descripción de la población: se debe presentar según la información oficial del municipio o distrito, el número de habitantes totales y por vereda, las actividades económicas desarrolladas, el área del municipio expresada en kilómetros cuadrados, km², discriminada en área urbana y área rural.*
 - d) *Cobertura del servicio de energía eléctrica: se debe indicar la cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio, tanto en el área urbana como rural, para lo cual se debe presentar el número de usuarios que cuentan y que no cuentan con el mismo, el tipo de usuarios según actividad económica y para los usuarios residenciales la clasificación según el nivel socio económico (estratos) con sus consumos promedio.*
 - e) *El ETR en su diagnóstico debe incluir el índice de cobertura del servicio de alumbrado público que se medirá a través de, como mínimo, los indicadores siguientes:*
 - i. *La relación de los kilómetros de vías peatonales y vehiculares que hacen parte del municipio con servicio de alumbrado público con respecto al total de los kilómetros de vías peatonales y*

- vehiculares del municipio o distrito definidos en el Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique o sustituya, de conformidad con los requerimientos del RETILAP.
- ii. La relación del número de bienes de uso público con servicio de alumbrado público y el número total de bienes de uso público acorde con la definición establecida en el Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, conforme con los requerimientos del RETILAP.
- f) Desempeño de la calidad del servicio considerando:
- i. Los niveles de disponibilidad del servicio, calculados según el artículo 28 de la presente resolución.
 - ii. Los indicadores de los tiempos de respuesta a las peticiones, quejas y recursos, PQR, de los usuarios de alumbrado público.
 - iii. Percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios de alumbrado público.
 - iv. Cumplimiento de las disposiciones contenidas en el RETILAP sobre calidad del servicio.
2. La definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con los requisitos establecidos en el RETIE y el RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía.
3. Los costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del servicio de alumbrado público:
- a) Costo del suministro de la energía, presentando las tarifas empleadas para el cálculo, las cantidades medidas en los medidores disponibles, el aforo, la liquidación y los descuentos por indisponibilidad.
 - b) Costo de la inversión, incluyendo la disminución por compensaciones por mala calidad de la prestación del servicio.
 - c) Los costos de administración, operación y mantenimiento de los activos del servicio de alumbrado público, incluyendo las compensaciones por indisponibilidad y por mala calidad del servicio.
 - d) Costo del plan de manejo ambiental
 - e) Costo de la interventoría.
 - f) Pago del uso de activos de terceros.
 - g) Otros costos que deben asumir los municipios o distritos.
4. Revisión y actualización del Estudio Técnico de Referencia, ETR, sin que este periodo supere cuatro (4) años. Los lineamientos para la realización del ajuste, modificación o sustitución del ETR son los siguientes:
- a) Revisión de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.
 - b) Cambio o ajuste de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.
 - c) Revisión y cambio de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del último cuatrienio o cuando se presente cambio de la administración municipal o distrital.

Así entonces, es necesario también, analizar (i) la normatividad y la jurisprudencia relevante aplicable al servicio de alumbrado público, que es pertinente tener en cuenta para la estructuración de cualquier alternativa en la actualidad; (ii) las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público que podrían implementarse bajo el régimen jurídico actual, identificando aquellas alternativas que han sido usadas mayormente en otros municipios; (iii) el estado actual de prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de Valledupar; para finalmente (iv) determinar cuáles son las debilidades,

oportunidades, fortalezas y amenazas de cada alternativa de prestación del servicio de alumbrado público en caso de que se planteara su implementación en el municipio de Valledupar.

2. GLOSARIO

Las definiciones aquí contenidas son tomadas de la resolución CREG 101 103 del 29 de abril de 2022, el decreto 2424 del año 2006, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, y Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.

Actividades del Servicio de Alumbrado Público: Conforme con lo dispuesto en el inciso segundo de la definición de servicio de alumbrado público contenida en el artículo 2.2.3.1.2 del Decreto 1073 de 2015, las actividades del servicio de alumbrado público comprenden 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.

Activos del Sistema de Alumbrado Público: Es el conjunto de Unidades Constructivas de Alumbrado Público conectados a un sistema de distribución de energía eléctrica, cuya finalidad es la iluminación de un determinado espacio público, con una extensión geográfica definida, que se encuentra en operación y están debidamente registrados como tales en el Sistema de Información de Alumbrado Público, SIAP, de un municipio y/o distrito. Estos activos podrán estar aislados eléctricamente de las redes de distribución de energía.

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

Administración, Operación y Mantenimiento, AOM: Valor de los gastos de administración, operación y mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público. Incluye entre otros, el personal administrativo y operativo, las instalaciones locativas, incluyendo bodegas y garajes, los servicios públicos, de comunicaciones de dichas instalaciones entre otros. La actividad de operación incluye todas las acciones encaminadas a garantizar la adecuada iluminación de los diferentes tipos de vías y espacios públicos, tales como cuadrillas de reparación, de inspección nocturna y diurna, cambio de elementos, etc. Puede incluir el call center para la recepción de quejas y reclamos, si el mismo está contratado con el prestador de la actividad. (CREG – Documento CREG 101 013, página 21)

Afinia – grupo EPM: **Afinia**, es una empresa prestadora del servicio de energía eléctrica, filial del Grupo **EPM**, que inició sus operaciones el 1° de octubre del 2020, comprometida con el desarrollo sostenible en los departamentos de Bolívar, Cesar, Córdoba y Sucre, y a los municipios del Magdalena: Algarrobo, Ariguani, El Banco, Guamal, Nueva Granada, Pijiño del Carmen, Sabanas de San Ángel, San Sebastián de Buenavista, San Zenón, Santa Ana y Santa Bárbara de Pinto.

Autogeneración. Conforme lo dispuesto en la Resolución CREG 174 de 2021 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, la autogeneración es la actividad realizada por usuarios, sean estas personas naturales o jurídicas, que producen energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades. Cuando se atiende la propia demanda o necesidad se realizará sin utilizar activos de uso de distribución y/o transmisión. Se podrán utilizar activos de uso de distribución y/o transmisión para entregar los excedentes de energía y para el uso de respaldo de red.

Autogenerador. Conforme lo dispuesto en la Resolución CREG 174 de 2021 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, el autogenerador es el usuario que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración.

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.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Depreciación: Es la disminución gradual de la emisión luminosa de las bombillas en el transcurso de sus horas de vida.

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

Ciberseguridad: Conforme lo dispuesto en la Resolución MME 4 0072 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, ciberseguridad es el conjunto de estrategias y acciones para proteger la privacidad de los datos con el sistema de distribución de energía eléctrica, el sistema de medida, y la seguridad de las redes informáticas y de comunicaciones.

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, el cual se rige por lo dispuesto en las leyes 142 y 143 de 1994.

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

Disposición final. Conforme lo dispuesto en la Ley 1672 de 2013 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, la disposición final es el proceso de aislar y confinar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. En todo caso, quedará prohibida la disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en rellenos sanitarios.

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

Excedentes de energía. Se entenderá por excedentes de energía, conforme a lo dispuesto en la Resolución CREG 174 de 2021, o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, 'Toda exportación de energía eléctrica realizada por un autogenerador.

Expansión: Es la instalación de nuevos activos de alumbrado público por el desarrollo vial o urbanístico del municipio o distrito, o por el redimensionamiento del sistema existente. Fecha de referencia. Corresponde al 31 de diciembre del año inmediatamente anterior al año de realización del Estudio Técnico de referencia, ETR.

Expansión Vegetativa: Es la instalación de infraestructura exclusiva de alumbrado público compuesta por redes, postes, transformadores, luminarias y demás elementos, en sectores del municipio en los cuales actualmente no tienen este servicio. Para determinar el costo de esta actividad, en este estudio se establecerá aproximadamente cuál sería el número de luminarias a instalar en un periodo de tiempo, teniendo como base para su cálculo la tasa de crecimiento poblacional.

Impuesto de Alumbrado Público: Tomado de la Ley 1819 de 2016.

“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 1°. Los municipios y distritos podrán optar, en lugar de lo establecido en el presente artículo, por establecer, con destino al servicio de alumbrado público, una sobretasa que no podrá ser superior al 1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial. Esta sobretasa podrá recaudarse junto con el impuesto predial unificado para lo cual las administraciones tributarias territoriales tendrán todas las facultades de fiscalización, para su control, y cobro. Parágrafo 2°. Dentro de los seis (6) meses siguientes a la expedición de la presente ley, el Gobierno nacional reglamentará los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del impuesto, con el fin de evitar abusos en su cobro, sin perjuicio de la autonomía y las competencias de los entes territoriales.

Artículo 350. Destinación. El impuesto de alumbrado público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado. Parágrafo. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos”.

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

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

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

Interoperabilidad: La capacidad de dos o más redes, sistemas, aplicaciones, dispositivos o componentes de los mismos o diferentes fabricantes, de intercambiar información, y posteriormente utilizarla con el fin de realizar las funciones requeridas.

Luminaria: De conformidad con lo dispuesto en el RETILAP o aquellas normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, luminaria es el aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas o bombillas (fuentes luminosas) y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las fuentes luminosas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación eléctrica. La luminaria dispone entonces de un conjunto óptico y un conjunto eléctricos.

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

Modernización o repotenciación del sistema de alumbrado público: Se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes.

Modelo Financiero: Flujo de caja del proyecto con las inversiones de la infraestructura para su modernización, expansión, reposición, incorporación de desarrollos tecnológicos, los costos de administración, Operación y mantenimiento, AOM, costos de interventoría, inspectorías técnicas reglamentarias, medioambientales e impuestos y pólizas, entre otros.

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

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:

Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220kV.

Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5kV.

Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30kV.

Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.

Operación del Sistema de Alumbrado Público: Comprende la expansión de la infraestructura propia del sistema, la modernización por efectos de la Ley 697 de 2001 o aquellas que la modifiquen, adiciónen o sustituyan, la reposición de activos y la instalación de los equipos de medición de energía eléctrica con sus respectivos accesorios.

Operador de Red - OR: Conforme lo dispuesto en la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adiciónen o sustituyan, Operador de Red es la persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional, STR o Sistema de Distribución Local, SDL, incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional, STN. Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite Cargos de Uso corresponde a un municipio.

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

Reposición de activos: Corresponde al cambio parcial o total de un activo. Existen dos tipos de reposición:

- i) reposición parcial, cuando se repone parte del activo dentro de las actividades de mantenimiento, y
- ii) la reposición total o el cambio a nuevo cuando se reponga totalmente el activo.

Régimen de contratación para la prestación del servicio de alumbrado público a través de terceros.- Los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público que suscriban 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, adiciónen o complementen, incluyendo los instrumentos de vinculación de que trata la Ley 1508 de 2012 o la disposición que la modifique, complemente o sustituya. (Decreto 943 de 2018)

Repotenciación: Proceso mediante el cual se reemplaza luminarias de tecnología obsoleta o no eficiente por otras fuentes más eficientes.

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

Reposición de activos: consiste en la actividad de reemplazar los activos del SALP por activos iguales o de similares características.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas expedido por el Ministerio de Minas y Energía, en la Resolución No. 181294 de 2008 y modificada mediante las resoluciones Nos. 180195 de 2009, 90708 y 90907 de 2013 y 90795 de 2014 o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen. **RETILAP:** Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No. 181331 de 2009 y modificada por las resoluciones Nos. 180265, 180540 y 181568 de 2010, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No. 181331 de agosto 6 2009; Resoluciones No. 180265, 180540, 181568, 182544 de 2010; 180173 de 2011; 91872 de 2012 y 90980 de 2013; Resolución 40122 de febrero 8 de 2016 y/o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

Servicio de alumbrado público: Conforme lo dispuesto en el Decreto 943 de 2018 contenido en el Decreto 1073 de 2015 o aquellas normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan, es el 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 distritos, con excepción de aquellos municipios y distritos que presten el servicio de alumbrado público en corredores viales nacionales o departamentales que se encuentren dentro su perímetro urbano y rural, para garantizar la seguridad y mejorar el nivel de servicio a la población en el uso de la infraestructura de transporte, previa autorización de la entidad titular del respectivo corredor vial, acorde a lo dispuesto por el artículo 68 de la Ley 1682 de 2013. Tampoco se considera servicio de alumbrado público la

iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos, pese a que las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a dichas actividades, de conformidad con el párrafo del artículo 350 de la Ley 1819 de 2016. (Decreto 943 de 2018)

Respecto de esto último el Ministerio de Minas y Energía, el día veinte (20) de febrero del 2014 mediante oficio con Radicado No. 2014010716 a través del director de Energía Eléctrica, expresó:

“En cuanto a la interpretación del párrafo del artículo 2° del Decreto 2424 de 2006 que establece: “También se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no estén a cargo del municipio o distritos”, me permito ratificar conceptos que sobre el mismo tema han sido emitidos por este Ministerio en el sentido de determinar que dicha exclusión no puede ir en contravía de la competencia de los municipios para prestar el servicio de alumbrado público, pues no existe en el ordenamiento legal otra posibilidad que asigne tal responsabilidad.

En consecuencia, debe también entenderse que el municipio en atención a su propio panorama de necesidades y riesgos, y siguiendo el resultado de evaluaciones técnicas, económica, y sociales, determinará la factibilidad para la prestación del servicio de alumbrado público, dentro de su marco territorial, tanto a los espacios actualmente cubiertos como a los que se encuentren incluidos en sus planes de expansión. Así las cosas, primando la obligación de prestar el servicio de alumbrado público, podrá el municipio autónomamente definir las prioridades, o vías existentes en su jurisdicción, independientemente de que ellas estén o no a cargo del municipio.”

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

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

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.

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

Uso Racional de Energía, URE: Conforme lo dispuesto en la Ley 697 de 2001 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una

de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades de la cadena el desarrollo sostenible.

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

Vida útil de un activo de alumbrado público: La vida útil de un activo de alumbrado público es el periodo de tiempo que se espera tener en servicio el activo en condiciones garantizadas por el fabricante o proveedor. Para estos efectos, se deberá tener en cuenta lo establecido en el RETILAP y será elemento fundamental para la remuneración de dicho activo.

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

Conceptos técnicos referentes a iluminación

Eficacia luminosa (η): Relación entre el flujo luminoso (Φ) y la potencia eléctrica absorbida (P) por una luminaria y las eventuales reactancias $\eta = \Phi/P$; unidad de medida (lm/W)

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz (w) emitida por una fuente luminosa en un determinado intervalo de tiempo (t), $\Phi = w/t$; su unidad de medida es el Lumen (lm)

Iluminancia (E): Flujo luminoso (Φ) que incide sobre una superficie dada, dividido por el área (S) de dicha superficie $E = \Phi/S$; unidad de medida el lux (lx).

Intensidad luminosa (I): Flujo luminoso (Φ) emitido por una fuente en una determinada dirección, dividido por el ángulo sólido (Ω), $I = \Phi/\Omega$; su unidad es la candela (cd).

Luminancia (L): Intensidad luminosa (I) emitida en una determinada dirección por una superficie emisora primaria (fuente) o secundaria (plano iluminado) de superficie S, dividida por la superficie S', proyección de S sobre un plano perpendicular a la dirección de observación $L = I/S'$; unidad de medida cd/m^2 .

3. OBJETIVO GENERAL

Determinar los costos eficientes para la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de Valledupar, realizando un análisis exhaustivo de conformidad con la metodología establecida por el Ministerio de Minas y Energía, acatando lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016 y según se encuentra regulado en el artículo 5° del Decreto 943 de 2018, donde se ordena que los municipios y distritos deben realizar los estudios técnicos de referencia para la determinación de los costos estimados de la prestación en cada actividad del servicio de alumbrado público.

3.1. Objetivos específicos

- Revisar la Normatividad Vigente, asociada con la Prestación del Servicio de Alumbrado Público (SALP)
- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la prestación del servicio de alumbrado público e identificar las necesidades de inversión del sistema de Alumbrado Público (expansión, modernización, otros).
- Determinar los montos de inversión y de costos máximos de la prestación del servicio.
- Realizar el estudio normativo y de suficiencia financiera de la fuente de financiación y el acuerdo municipal vigente.
- Proponer las tarifas del impuesto de alumbrado público de acuerdo con el modelo financiero de costos del SALP, las cuales se determinan teniendo en cuenta varios aspectos como son la estructura socioeconómica y demográfica del municipio, el consumo de energía, el inventario de luminarias, entre otros.
- Relacionar y estudiar las diferentes alternativas que le permitan al Municipio determinar el mejor modelo de operación por medio de herramientas de juicio y así garantizar la prestación adecuada, atendiendo condiciones de calidad, cobertura, eficacia y eficiencia.

4. DERECHO REGULATORIO COLOMBIANO

El artículo 20 de la Ley 143 de 1994, establece que la función de regulación por parte del Estado, en relación con el sector eléctrico tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio. Para el logro de este objetivo, promoverá la competencia, creará y preservará las condiciones que la hagan posible.

El Gobierno Nacional en ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales expidió el Decreto 2424 de 2006, luego, en el año 2015 el Ministerio de Minas y Energía expide el Decreto 1073 de 2015 y finalmente, expide el Decreto 943 de 2018 en los cuales regula la prestación del servicio de alumbrado público.

El artículo 4 del Decreto 943 de 2018 establecen que:

“ARTICULO 2.2.3.6.1.1.-Campo de Aplicación. - 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”.

El artículo 8 del Decreto 2424 de 2006 establece que:

“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, regular los aspectos económicos de la prestación del servicio de alumbrado público”.

Igualmente, el artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 asignó la función a la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, de establecer una metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público con base en lo dispuesto en los Literales c) y e) del artículo 23 de la Ley 143 de 1994.

El artículo 11 del Decreto 2424 de 2006 (artículo 2.2.3.6.1.9. Decreto 1073 de 2018, artículo 11 del Decreto 943 de 2018) determinó que para definir la metodología de que trata el artículo 10 del decreto 2424 de 2006, la CREG aplicará los siguientes criterios:

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 de este.

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.

Así, la modernización, reposición a nuevo de los componentes de un sistema de alumbrado público, la expansión y la modernización se agrupan en una sola actividad denominada inversión.

La Administración, Operación, Mantenimiento y la reposición parcial de componentes de un sistema de alumbrado público, que no se aumente la vida útil del activo; se agrupan en la actividad denominada AOM.

La metodología para remunerar la prestación del servicio de alumbrado público está determinada por las actividades que componen el servicio; es decir, que la metodología se basa en la remuneración de actividades independientemente del esquema definido por el Municipio o distrito para la ejecución de cada una de las actividades, (Documento CREG 101 013 de 2022, página 25)

Es necesario tener presente que el servicio de alumbrado público se presta a través de las redes exclusivas del sistema de alumbrado público o, a través del Sistema de Distribución Local (SDL) del Operador de Red (OR). El sistema de alumbrado público instalado en el SDL del OR, se compone usualmente de luminarias, los controles de estas, la acometida de conexión, y en algunos casos del quinto hilo de alumbrado público.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, mediante la Resolución CREG 101 013 de 2022, aprobó la metodología para la determinación de los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público.

5. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

El presente capítulo se desarrolla teniendo en cuenta la información suministrada por la administración del municipio de Valledupar y la existentes en las fuentes web.

5.1. Contexto municipio de Valledupar

Valledupar, también llamada Ciudad de los Santos Reyes del Valle de Upar, es un municipio colombiano, capital del departamento del Cesar. Se encuentra ubicada al nororiente de la Costa Caribe colombiana, a orillas del río Guatapurí, en el valle del río Cesar formado por la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía del Perijá. Actualmente según el DANE, cuenta con los siguientes aspectos:

Tabla 1 – Información general del municipio de Valledupar

Código DANE	20001
Región	Caribe
Subregión (SGR)	Norte
Entorno de desarrollo (DNP)	Intermedio
Categoría ley 617 de 2.000	1
Categoría de ruralidad	Ciudades y aglomeraciones
Extensión	4.225 Km ²
Población total	552.048 Hab.
Densidad poblacional	130,66 Hab / Km ² (2022)

Fuente: Terridata 2022

- Extensión total:** 4.493 Km²
- Extensión área urbana:** El casco urbano tiene una longitud norte-sur de 8.3 km y este-oeste de 6.2 km Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): la ciudad se encuentra a una altitud que oscila entre los 220 m. al norte y 150 m. a sur, siendo la altitud media de 168 m.
- Límites:** Por el Norte limita con los departamentos de Magdalena y la Guajira. Por el Sur con los municipios de San Diego, La Paz y el Paso. Por el Este con la Guajira y los municipios de San Diego y la Paz Por el Oeste con el Magdalena y los municipios de Bosconia y el Copey.
- Temperatura media:** La temperatura Media Anual es de 28,4 °C, con máximas y mínimas de 22°C y 34°C respectivamente, la temperatura máxima histórica registrada es de 41.5°C y la mínima de 16°C. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30°C y el más fresco octubre.
- Distancia de referencia:** 132 km, Santa Marta.

5.1.1. Geografía y División Política

Su territorio es llano y basculado hacia el sureste mediante una leve pendiente. La ciudad se encuentra a una altitud que oscila entre los 220 m al norte y 150 m a sur, siendo la altitud media de 168 m. Además de las enormes estructuras montañosas que la rodean (Pico Bolívar 5.775 m) sobresalen en inmediaciones de la ciudad dos cerros, al nororiente el "Cicolac" con 330 m.s.n.m. y el de "la Popa" con 310 m.s.n.m. La Sierra Nevada de Santa Marta constituye el Sistema montañoso más importante.

El municipio de Valledupar está conformado por 6 zonas geográficas:

- ✓ **Zona Norte:** consta de 5 corregimientos y 42 veredas.
Corregimientos: Atanquez, Guatapurí, Chemesquemena, La Mina, Los Haticos.
- ✓ **Zona Nororiental:** 10 corregimientos y 4 veredas
Corregimientos: Guacoche, Guacochoito, La Vega arriba, Los Corazones, El Jabo, Las Raices, El Alto la Vuelta, Badillo, Patillal y Río Seco.
- ✓ **Zona Suroriental:** 2 corregimientos y 13 veredas
Corregimientos: Aguas Blancas y Valencia de Jesús.
- ✓ **Zona Sur:** 4 corregimientos y 15 veredas
Corregimientos: Guaimaral, Caracolí, Los Venados, El Perro.
- ✓ **Zona Suroccidental:** 2 corregimientos y 30 veredas.
Corregimientos: Mariangola y Villa Germania.
- ✓ **Zona Noroccidental:** 2 corregimientos y 21 veredas.
Corregimientos: Sabana Crespo y Azúcar Buena.

- División político-administrativa

La división política y administrativa de Valledupar, agrupa los 175 barrios y sectores de la ciudad en 6 comunas, regidas por Juntas Administradoras Locales (JAL). Complementariamente, la zona rural del municipio está conformada por los corregimientos de Valledupar.

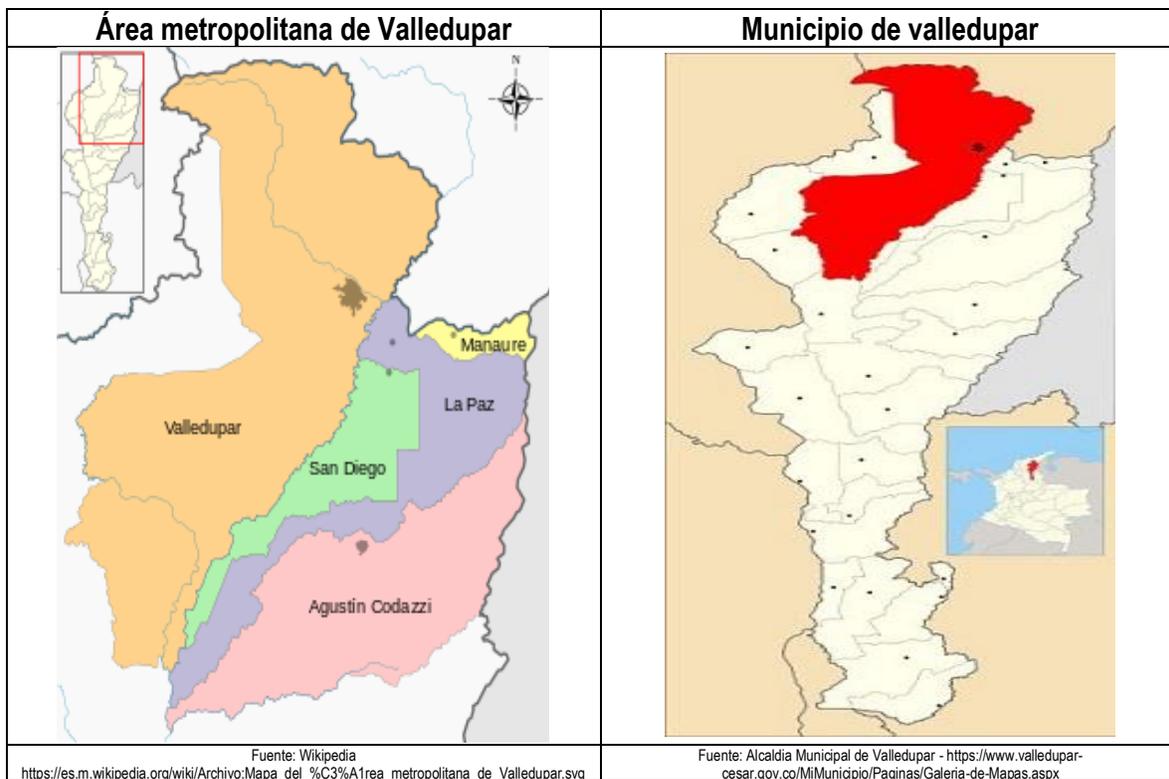
Como parte de la ciudad, las comunas también conforman el Área Metropolitana de Valledupar, constituida por los municipios de Valledupar, La Paz, San Diego, Manaure Balcón del Cesar y Agustín Codazzi. Fue creada mediante escritura pública No. 2709 del 17 de diciembre del año 2002, como una entidad administrativa que busca acercar a los municipios que la constituyen para promover su orden físico, económico y social.

- Las comunas de Valledupar son:

- ✓ **Comuna 1:** La Comuna uno está conformado por algunos de los barrios que son llamados el 'viejo Valledupar' o zona colonial española de la ciudad que fueron originalmente fundados en 1550 alrededor de la Plaza Mayor.
- ✓ **Comuna 2:** Bordea al norte con la comuna uno, teniendo la Calle 21 como límite la mayor parte, hasta llegar a la Carrera 18D 'Avenida Simón Bolívar'; Hacia el oriente la comuna dos limita con la ribera del río Guatapurí en la Carrera 4; Hacia el occidente, la comuna dos colinas con la Comuna tres, con la Calle 18D como mayoría del límite y seguido por la 'Avenida Salguero' hasta el sector de las urbanizaciones 'Casa Campo'. Hacia el sur la comuna dos colinda con el sector rural de Valledupar, conformado por predios agrícolas o campestres.

- ✓ **Comuna 3:** En ella se encuentran el Aeropuerto Alfonso López Pumarejo, el Terminal de Transporte de Valledupar y la Feria Ganadera
- ✓ **Comuna 4:** La comuna cuatro tiene una extensión de 730 hectáreas. Dentro de esta se encuentran las instalaciones de la cárcel judicial de Valledupar.
- ✓ **Comuna 5:** La comuna cinco tiene una extensión de 825 hectáreas. La comuna cinco cubre el cerro La Popa y la sede de la Décima Brigada Blindada del Ejército Nacional de Colombia. También se encuentran las instalaciones de la Cárcel de Máxima y Mediana Seguridad.
- ✓ **Comuna 6:** Con una extensión de 332 hectáreas. La comuna seis bordea al norte con la zona rural del municipio de Valledupar, en el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y la rívera del río Guatapurí; al occidente y suroccidente limita con la Comuna cinco de Valledupar, teniendo como límite la Carrera 19 'Avenida Simón Bolívar' que conduce a la salida de la ciudad vía a los corregimientos del norte de Valledupar y al municipio de San Juan del Cesar, La Guajira. Al occidente y suroccidente, la comuna seis limita con la comuna uno, teniendo como límite la Calle 14.

Ilustración 1 - Mapas área metropolitana y municipio de Valledupar

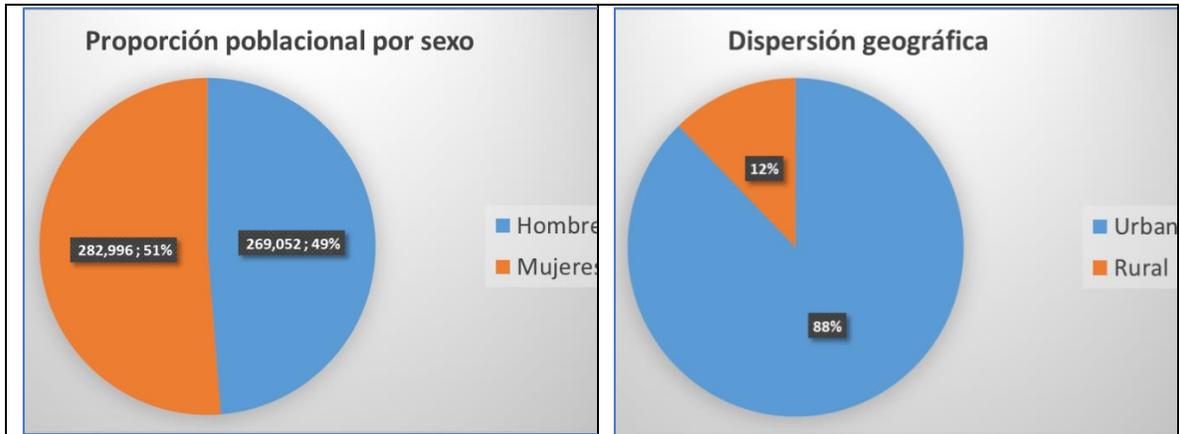


5.1.2. Población

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda – 2022, la población desagregada según su género presenta patrones homogéneos, conformada por 269.052 hombres y 282.996 mujeres.

El grueso de la población se concentra en el área urbana representada por 87,8%, mientras que solo el 12,2% se encuentra en el área rural.

Gráfica 1 – Distribución de población municipio de Valledupar

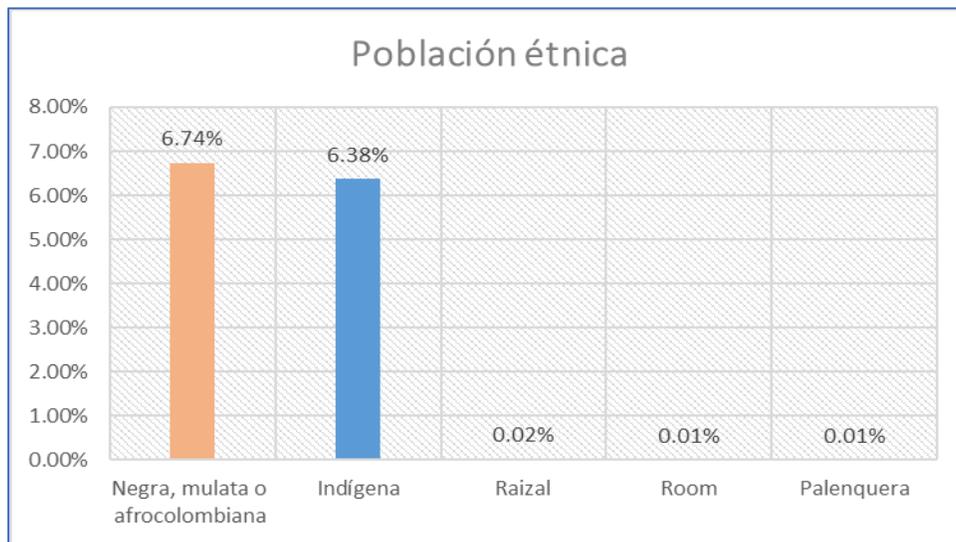


Fuente: DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda - 2022

✓ Desagregación étnica

En cuanto a la desagregación étnica de la población representada en un 13,15% (64.453) del total, la población negra, mulata o afrocolombiana constituye el 6,74%, seguida de la población indígena con el 6,38%, la población raizal representa el 0.02%, la población room con el 0.01% al igual que la población palenquera.

Gráfica 2 – Desagregación étnica Valledupar



Fuente: DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda – 2022

5.1.3. Hidrografía y vías

Hidrografía: El Territorio del municipio de Valledupar es regado por los ríos Cesar, Badillo, Guatapuri, Ariguani, Cesarito, Río Seco, Diluvio y Mariangola. El Valle del Río Cesar cubre la mayor parte de la superficie del municipio.

5.1.4. Vías de acceso a la ciudad.

- ✓ **Aéreas:** La ciudad cuenta con el aeropuerto nacional Alfonso López Pumarejo, en el cual operan las aerolíneas Avianca con tres frecuencias diarias a Bogotá y conexiones nacionales, e internacionales a Europa, América latina y Norte América, Aires con dos frecuencias diarias a la ciudad de Barranquilla y conexiones con Montería, Cartagena, Panamá y San Andrés; la Aerolínea de Antioquia ADA cubre la ruta Valledupar-Medellín con escala en Cauca. También funciona la aerolínea tipo charter Aviocesar que presta sus servicios a particulares con vuelos no regulares.
- ✓ **Terrestres:** En Valledupar operan tres empresas de transporte urbano: Cootranscolcer, Cootra Upar y Transcacique, estas empresas son de tipo cooperativa e intercomunican los diferentes barrios de la ciudad en especial hacia el Centro donde se desarrollan las actividades administrativas, financieras y comerciales de la ciudad. Estas empresas desde 2004 se encuentran sumidas en una profunda crisis que según voceros de las cooperativas se debe al fenómeno del Mototaxismo como sistema de transporte ilegal. Existe una importante flota de taxis urbanos que conforman varias cooperativas, en Valledupar se dispone del servicio de Taxis a domicilio llamando a los distintos números de teléfonos fijos y móviles de cada empresa.

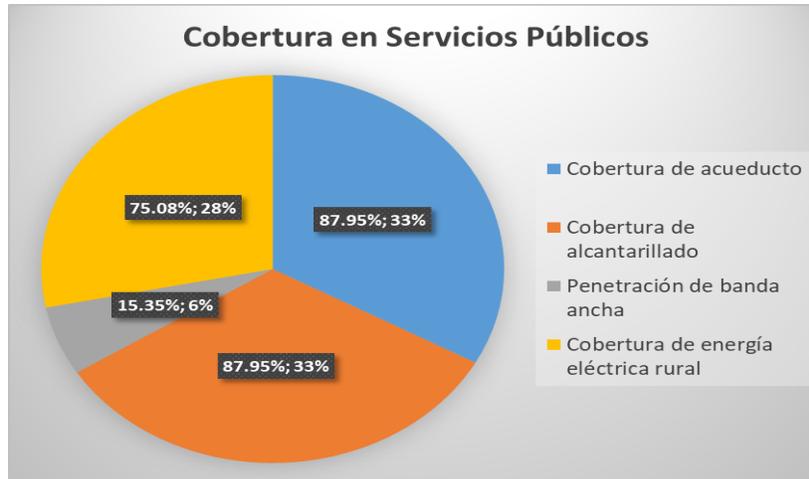
5.1.5. Economía

La economía municipal gira alrededor del sector ganadero. La ganadería es de tipo extensivo. La ganadería del Cesar es resultado del cruce de tipos criollos con el cebú. La región es productora de carne y de leche. Otros productos agrícolas importantes son el algodón y el arroz.

Actualmente la ciudad de Valledupar empieza a diversificar su economía abriendo nuevas perspectivas distintas a la tradicional vocación agropecuaria de gran validez histórica. Desde la creación del departamento del Cesar y la designación de la ciudad como su capital, el desarrollo económico de la nueva ciudad creció hasta alcanzar niveles nunca más alcanzados, que en materia agropecuaria logró consolidarse como el primer productor nacional de algodón y la segunda cabaña bovina más grande del país después de Córdoba; trayendo consigo nuevas inversiones y un bienestar realmente palpable. Hacia mediados de los años 90, la ciudad al igual que el resto del país se sume en una profunda crisis económica que a pesar de grandes dificultades y falencias administrativas se logra superar sino completamente en gran parte. La caída del negocio del algodón, la violencia generalizada y el arribo a la ciudad de un gran número de desplazados forzaron que la ciudad empezara a abrir nuevos horizontes en materia de sustento no sin gran dificultad.

5.1.6. Cobertura en Servicios Públicos

Gráfica 3 – Cobertura de Servicios públicos



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – 2020

El servicio de energía eléctrica que es fundamental para la prestación del servicio de alumbrado público presenta un nivel de cobertura total en el área urbana, en el área rural alcanza niveles de 75,08%. El servicio de acueducto tiene una cobertura del 98,95%, con el mismo porcentaje de cobertura participa el servicio de alcantarillado, en tanto el rezago es evidente en la cobertura de banda ancha cuya cobertura solo es del 15,35% en el territorio.

5.1.7. Sitios de Interés

Ilustración 2 – Sitios de interés municipio de Valledupar





Festival de la Leyenda Vallenata



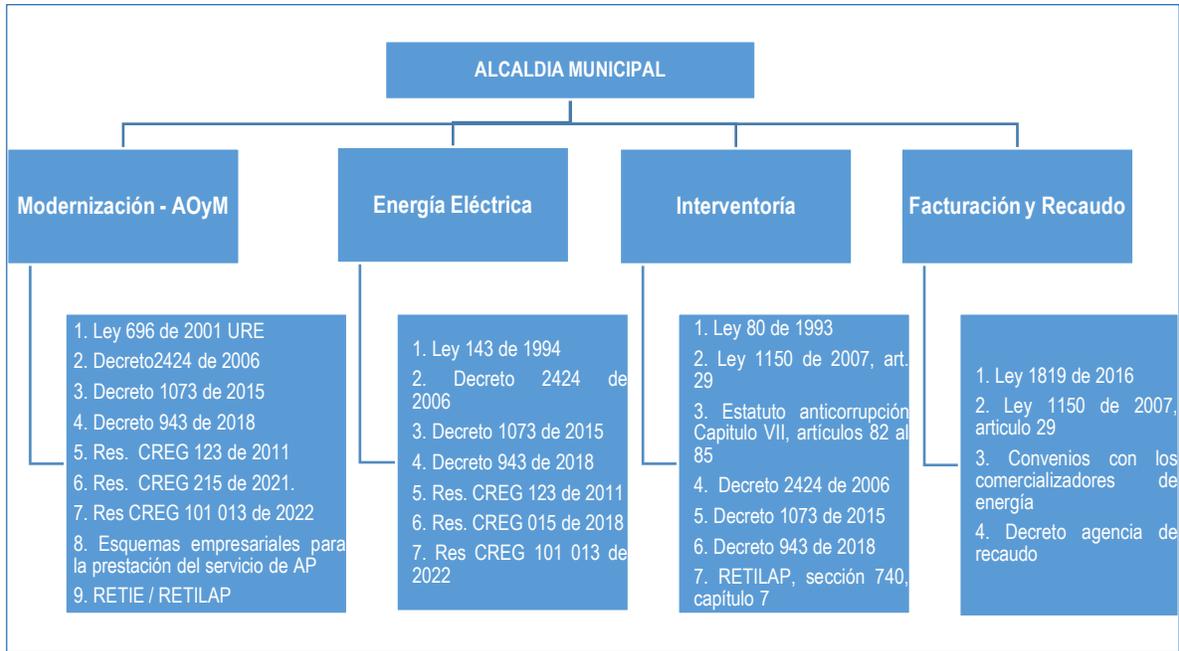
Centro Histórico de Valledupar



6. ESTADO ACTUAL DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

Los municipios en Colombia son los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, y se presta teniendo en cuenta una estructura similar a la siguiente ilustración.

Ilustración 3 - Estructura actual de prestación servicio de Alumbrado público



Fuente. Propia del consultor

Hasta el mes de abril del año en curso, el esquema que se encontraba operante en el municipio de Valledupar para la prestación del servicio de alumbrado público era el de Concesión, en virtud del cual, un tercero con personería jurídica distinta del municipio, tenía a su cargo “*el mantenimiento de la infraestructura del servicio de alumbrado público, incluyendo el suministro, instalación, remplazo (sic), renovación, expansión y mantenimiento de las luminarias y de los elementos necesarios para la prestación del servicio del alumbrado público*”.

Sin embargo y como se mencionó en el acápite anterior, este esquema finalizó el pasado quince (15) de abril de dos mil veintidós (2022), fecha en la cual se dio por terminado el Contrato de concesión No. 194-97; después de una duración de 25 años (inicialmente se celebró por un periodo de 15 años y posteriormente ampliado por 10 años).

Este convenio se suscribió entre el municipio y la Unión Temporal Industrias Philips – Diselecsa Ltda e ISM Ltda, este último el concesionario que fue seleccionado por el primero por medio de la Licitación Pública No. ALP-001 de 1996, la cual fue autorizada por el Concejo Municipal de Valledupar por medio del Acuerdo Municipal No. 028 de 1996.

De manera particular, el concesionario seleccionado cedió su posición contractual al prestador del servicio de alumbrado público, esto es, Unión Temporal Alumbrado Público UTAPI por medio de *Documento de cesión del contrato de concesión No. 194-97 para la operación y mantenimiento de alumbrado público del municipio de Valledupar* del tres (3) de mayo de dos mil cinco (2005).

Cabe anotar que, sin perjuicio de la cesión contractual referida anteriormente, el Contrato de Concesión No. 194-97 se celebró en vigencia de la Ley 80 de 1993. Para ese momento, aun no existía en el ordenamiento jurídico colombiano ni la Ley 1819 de 2016, la cual rige actualmente la prestación de este servicio público, ni los desarrollos de la CREG en relación con los costos máximos permitidos para la remuneración de este servicio.

En todo caso, el contrato de concesión finalizado fue objeto, en cierta medida; de actualización conforme la normatividad y la regulación relacionadas con el servicio de alumbrado público conforme la suscripción del:

- Otrosí No. 1 firmado el primero (1) de diciembre de dos mil (2000)
- Otrosí No. 2 firmado el seis (6) de marzo de dos mil uno (2001)
- Otrosí No. 3 firmado el primero (1) de noviembre de dos mil uno (2001)
- Otrosí No. 4 firmado el dieciséis (16) de febrero de dos mil cuatro (2004)
- Otrosí No. 5 firmado el veintinueve (29) de enero de dos mil siete (2007)
- Otrosí No. 6 firmado el veintinueve (29) de enero de dos mil siete (2007)
- Otrosí No. 7 firmado el treinta y uno (31) de enero de dos mil siete (2007)
- Otrosí No. 8 firmado el treinta y uno (31) de agosto de dos mil doce (2012),
- Otrosí No. 9 del cuatro (4) de abril de dos mil trece (2013)
- Otrosí No. 10 del veintisiete (27) de noviembre de dos mil quince (2015).

Sin embargo, es de anotar que, ni el contrato de concesión ni sus otrosíes modificatorios lograron desarrollar integralmente la regulación vigente de la infraestructura del sistema de alumbrado público; requiriéndose de un análisis integral.

6.1. ESQUEMA ACTUAL DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Actualmente el sistema de alumbrado público del municipio de Valledupar, está siendo administrado, mantenido y operado de manera directa por la administración; con las complejidades del caso; toda vez que y durante los últimos 25 años; este Servicio fue prestado por un tercero; a través del cual se contaba con una estructura administrativa y operativa similar a la que se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 4 - Estructura Organización de la Prestación del servicio de AP. Del Municipio de Valledupar.



Fuente. Propia del consultor

Lo anterior refuerza la necesidad que tiene el Municipio de adelantar un análisis del Estudio Técnico de Referencia conforme la nueva regulación y la definición de un esquema operativo que cumpla adecuadamente criterios técnicos y económicos.

6.1.1. Supervisión al Servicio de Alumbrado Público.

El contrato de concesión finalizado en el mes de abril de 2022, y el seguimiento y control se adelantó bajo el contrato Interventoría No. 065 de 2007, celebrado entre el municipio de Valledupar - y la UNIÓN TEMPORAL INTERVENTORÍAS DEL VALLE.

A la fecha no se cuenta con interventoría externa; la cual y dada la magnitud de la infraestructura de alumbrado público; se recomienda contar con la misma; independiente del esquema operativo con el cual se preste el servicio.

6.1.2. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM)

Las actividades de AOM, lo realizaba el Concesionario, con su infraestructura de personal, herramientas, vehículos, dotación y materiales.

6.1.3. Suministro de energía eléctrica

El suministro de la energía eléctrica con destino al alumbrado público la viene realizando el Comercializador incumbente; que para el caso del municipio de Valledupar corresponde a la Empresa Comercializadora AFINIA S.A. E.S.P.; en donde valga la pena destacar; dicho suministro se realiza sin la existencia de contrato; ni mucho menos objeto de una convocatoria.

6.1.4. Facturación y recaudo del impuesto

La fuente de ingreso del alumbrado público proviene del Impuesto de Alumbrado Público, que se factura una parte por AFINIA S.A. E.S.P, a los usuarios residenciales y no residenciales de conformidad con el ACUERDO No. 015, del 28 de noviembre de 2018 "POR EL CUAL SE EXPIDE EL ESTATUTO TRIBUTARIO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR".

Dicho acuerdo, en el CAPÍTULO X, estableció el "IMPUESTO AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO", cuyas tarifas son las siguientes:

Artículo 160. TARIFAS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO. La tarifa del impuesto de alumbrado público consistirá en un valor que se cobrará a cada sujeto pasivo de acuerdo con el sector, de la siguiente manera:

1. *Régimen General: El impuesto al servicio de alumbrado público se determina según el estrato socio económico y de acuerdo con el consumo para el SECTOR RESIDENCIAL. La tarifa consistirá en un porcentaje sobre consumo que se cobrará a cada sujeto pasivo de acuerdo con la siguiente tabla:*

ESTRATO	TARIFA DEL IMP. DE AP.
1	8% (Ocho por ciento)
2	8% (Ocho por ciento)
3	10% (Diez por ciento)
4	10% (Diez por ciento)
5	13% (Trece por ciento)
6	13% (Trece por ciento)

2. *El impuesto al servicio de alumbrado público se determina según el consumo y nivel de tensión, para el SECTOR NO RESIDENCIAL. La tarifa consistirá en el diecisiete por ciento (17%) sobre el consumo que se cobrará a cada sujeto pasivo, en nivel de tensión.*

2.1. *En nivel de tensión 2: cuando el cliente o usuario del servicio domiciliario de energía eléctrica se encuentre conectado en el nivel de tensión 2. El impuesto al servicio de alumbrado público será el equivalente al nivel de tensión 1 incrementado en un diez por ciento (10%).*

2.2. *En el nivel de tensión 3: cuando el cliente o usuario del servicio público domiciliario de energía eléctrica se encuentre conectado en el nivel de tensión 3 o más, el impuesto al*

servicio de alumbrado público será el equivalente al nivel de tensión 1 incrementado en un veinte por ciento (20%).

3. Régimen Particular

- 3.1. El impuesto de servicio de alumbrado público para las subestaciones eléctricas de propiedad de empresa de distribución de energía eléctrica y/u operadores de redes de energía eléctrica, la tarifa consistirá en un valor mensual determinado en 70 UVT que se cobrará a cada sujeto pasivo.
- 3.2. El impuesto al servicio de alumbrado público para los generadores, cogeneradores, y auto generadores de energía eléctrica, se establece las siguientes tarifas de acuerdo con su capacidad instalada de generación. .

RANGO DE MEGAVATIOS INSTALADOS			UVT
0	50	KVA	
50,1	200	KVA	1
200,1	500	KVA	10
500,1	1	MVA	22
1,1	-5	MVA	40
5,1	-10	MVA	70
1011	15	MVA	135
15,1	-20	MVA	200
20,1	-30	MVA	300
30,1	40	MVA	400
40,1	50	MVA	500
50,1	-100	MVA	600
100,1	200	MVA	700
200,1	300	MVA	800
300,1	-400	MVA	900
400,1	EN ADELANTE		1.000

Parágrafo. Estos valores se ajustarán anualmente de conformidad con la metodología legal vigente.

Como responsable del recaudo del dicho impuesto, se encuentra las empresas prestadoras del respectivo servicio de energía domiciliaria en el Municipio de Valledupar, de los usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, de forma mensual en los lugares y plazos que señale la Secretaria de Hacienda Municipal. El valor del impuesto se recaudará junto con el servicio de energía eléctrica.

6.1.5. Cobertura del servicio - Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 “Lo hacemos mejor”

El servicio de Alumbrado Público está contemplado en el Plan de Desarrollo Municipal “Valledupar en Orden 2020 – 2023”, dentro de los pilares de la administración como un proceso ligado al desarrollo del municipio, con metas e indicadores, donde se trata de alcanzar una mayor eficiencia y expansión en el servicio, mejorar la administración del proceso y darle mayor impulso a su viabilidad administrativa, presupuestal y financiera, ampliando la cobertura y modernizando las luminarias, para lograr mejorar la calidad de vida y el bienestar de la población, generando escenarios de seguridad y convivencia en un compromiso de responsabilidad social con la comunidad.

Eje estratégico III. Crecimiento económico en orden

Turismo: Valledupar destino de ensueños: El municipio potencia el turismo en dos segmentos.

- Turismo cultural
- Turismo de naturaleza, fundamentados en la riqueza folclórica y las tradiciones de la cultura vallenata y en los prodigiosos paisajes que brinda la sierra Nevada de Santa Marta.

El turismo representa un potencial muy grande para el desarrollo integral del municipio, por las ventajas comparativas que posee, los climas variados, el ser ruta de conexión con el Caribe y La Guajira, por sus paisajes de inspiración, por sus Etnias y por su cultura. El cual no ha sido explotado de manera organizada y empresarial, y no existe una verdadera política pública de promoción turística del territorio; se adolece de productos diseñados que abanderen su desarrollo. Para contribuir al desarrollo del sector es pertinente e idóneo la mejora en la señalización, la sostenibilidad en el servicio de alumbrado público aumentando con ello el nivel de seguridad y potenciando este renglón de la economía.

Programa: Territorio inteligente integrado.

La Ciudad trabajará como ciudad funcional en los siguientes sectores estratégicos:

- a) Ciudad energética
- b) Ciudad Resiliente e incluyente
- c) Ciudad Sostenible

Ciudad energética, que reconoce la importancia de la transición energética que incluye la energización del transporte, la descarbonización de toda la cadena incluida la iluminación pública y las energías renovables.

Un territorio inteligente es aquel que utiliza el potencial de la tecnología y la innovación, junto al resto de recursos para hacer de ellos un uso más eficaz, promover un desarrollo sostenible y, en definitiva, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

«Una ciudad inteligente es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente».

“En el ámbito smart environment se contemplan medidas orientadas a reducir la contaminación y mejorar la sostenibilidad ambiental, que busquen crear un entorno más verde, limpio y eficiente. Entre otras, el impulso de las energías renovables, los sistemas de medición inteligente de consumos de energía y agua (smartmetering), las redes inteligentes de gestión del suministro de utilities (smart grids), la monitorización y el control de la polución, la renovación de edificios y equipamientos urbanos, la edificación y planeamiento urbano sostenible, y la eficiencia, reutilización y reciclaje de recursos.

Se incluye igualmente la prestación inteligente de los servicios de alumbrado público, la gestión de residuos sólidos urbanos y la gestión integral del ciclo del agua.” (Villarejo-Galende, Helena, 2015. Smart cities: una apuesta de la unión europea para mejorar los servicios públicos urbanos)

Este plan permitirá el desarrollo de programas, proyectos, vínculos y redes para desarrollar las capacidades que catalizan la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos e incrementa la equidad social en nuestra ciudad. Por lo tanto, se podrá contar con ventajas significativas para el territorio.

La Nueva Agenda Urbana se aprobó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador, el 20 de octubre de 2016. La Asamblea General de las Naciones Unidas refrendó la Nueva Agenda Urbana en su sexagésimo octava sesión plenaria de su septuagésimo primer período de sesiones, el 23 de diciembre de 2016.

La Nueva Agenda Urbana (NAU) busca promover ciudades más incluyentes, compactas y conectadas mediante la planificación y diseño urbano, gobernanza, legislación urbana, y la economía urbana.

¿Qué sectores son focalizados en las ciudades inteligentes?; En una ciudad inteligente se trabaja orientados a:

- Medio Ambiente
- Sanidad
- Urbanismo
- Administración y Gobierno
- Seguridad
- Turismo y Ocio

Algunos de los compromisos de la NAU en la sostenibilidad y los servicios de la ciudad son los siguientes:

- Sostenibilidad del medio ambiente
- Servicios energéticos fiables y modernos
- Energías renovables
- Prioridad a los sistemas eléctricos inteligentes
- Desarrollo urbano
- Adoptar enfoque de ciudades inteligentes: digitalización y tecnologías
- Toma de decisiones
- Mejorar la prestación de servicios

El plan de Desarrollo 2020 – 2023 propone programas específicos y proyectos inteligentes para un territorio integrado que tiene como objetivo impactar positivamente la calidad de vida de todos los habitantes del municipio a partir de un modelo sostenible que dé solución a las problemáticas de carácter urbano, social, ambiental, económico y/o político, utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones de manera interconectada y apoyándose en una ciudadanía proactiva, innovadora y competitiva. Entre ellos contempla:

Proyecto: Ciudad Energética y servicios públicos Sostenibles.

Valledupar implementará estrategias técnicas, financieras y políticas para su transición a energías renovables, amigables con el medio ambiente como estrategia para la mitigación del cambio climático.

En consonancia con el artículo 292 de la Ley 1955 de 2019, Plan Nacional de Desarrollo, que modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2015, el municipio realizará la auditoría energética de sus instalaciones y elementos de consumo y establecerá objetivos de ahorro de energía a ser alcanzadas a través de medidas de eficiencia energética y de cambios y/o adecuaciones en infraestructura y demás servicios. Tales objetivos deberán implicar para el primer año un ahorro en el consumo de energía de mínimo 15% respecto del consumo del año anterior y a partir del segundo año con metas escalonadas definidas a partir de la auditoría y a ser alcanzadas a más tardar en el año 2022.

El plan de desarrollo debe fijar como derrotero para la ciudad cambiar el parque lumínico de una tecnología análoga por un sistema de iluminación eficiente energéticamente y con capacidad de integrar inteligencia; en donde se cuente con un servicio centrado en el ser humano, dado el impacto que tiene la iluminación en la salud humana; tal como lo promueve el Foro Iberoamericano y del Caribe de Iluminación. Debe incluir el concepto ampliado de iluminación (alumbrado público, ornamental, navideño, iluminación institucional, iluminación privada y desarrollos tecnológicos asociados).

La definición, diseño y arquitectura de un sistema de gestión de alumbrado exterior, además de proporcionar un control eficiente de la iluminación debe convertir la instalación de luminarias en un sistema de iluminación inteligente (Smart Lighting).

Para el desarrollo de sistemas de iluminación inteligente se plantea la necesaria la convergencia e integración de diferentes áreas tecnológicas:

- El área de la iluminación, puesto que el desarrollo de la tecnología LED supone un factor determinante en la evolución de las soluciones para el alumbrado. Con respecto a tecnologías previas de iluminación, la tecnología LED aporta una mayor eficiencia lumínica, una iluminación de calidad y una vida útil de la luminaria más prolongada, además de su excepcional capacidad de regulación. El desarrollo de la tecnología LED, además, ha impulsado una importante evolución en los dispositivos de potencia de las luminarias, con soluciones innovadoras para la monitorización y el control de las mismas.
- El área de las comunicaciones, con la posibilidad de diseñar e implementar dispositivos de reducido tamaño que, junto con nuevos protocolos y arquitecturas, posibiliten conectividad inalámbrica punto a punto con bajo coste y bajo consumo.
- El área de los sistemas digitales, con referencia al almacenamiento, tratamiento, combinación y procesado de datos, y con el desarrollo de aplicaciones de gestión y visualización de la información obtenida sobre diferentes plataformas y dispositivos.
- Finalmente, el área de la sensorización, con la posibilidad de integración de dispositivos de adquisición de datos para diferentes aplicaciones sobre la misma plataforma de gestión inteligente de la iluminación.

La infraestructura de luminarias de alumbrado público es ubicua; está uniformemente distribuida; tiene conexión a la red eléctrica y cumple los requerimientos básicos para ser una infraestructura integrada en la Internet de las cosas. Es un elemento estratégico para el desarrollo de ciudades inteligentes y así lo propone la ciudad de Valledupar.

En este sentido, el municipio tiene como propósito que, fijada la primera etapa de cambio del sistema a LED, posteriormente construir, sobre el Alumbrado Público, una red de adquisición y envío de información sin costos elevados de adaptación; convirtiéndose en un sistema de iluminación inteligente (Smart Lighting).

Por lo anterior, el proyecto considera la modernización de la infraestructura actual que cuente con obsolescencia tecnológica, de tal forma que se impacte positivamente en la reducción del consumo de energía (Eficiencia Energética); así como se atienda de manera oportuna y eficiente la expansión del parque de luminarias en el Municipio.

Para ello, se considera dentro del proyecto un crecimiento de las necesidades de recursos para atender adecuadamente la expansión del sistema de alumbrado público. Las expansiones del servicio hacen parte del plan anual del servicio, el cual incluirá los proyectos a desarrollar a un nivel de ingeniería de detalle y de viabilidad financiera.

6.1.6. Eficiencia Energética

La eficiencia energética del sistema de alumbrado público se mide en relación del número total de luminarias instaladas y el número de luminarias con tecnología LED.

Tabla 2 – Composición del sistema de alumbrado público

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE LUMINARIAS	% DE PARTICIPACION SOBRE EL TOTAL INSTALADO
Sodio y otras tecnologías	30.112	83,3%
LED	6.051	16,7%
TOTALES	36.163	100%

El sistema actual demanda grandes cantidades de energía en relación con el número de luminarias. La demanda calculada para el nivel de tensión 1 son 21.967.273 kWh-año.

6.1.7. Inventario de la Infraestructura Instalada del Sistema de Alumbrado Público

De la información entregada por el municipio de Valledupar al consultor, el inventario de la infraestructura exclusiva del sistema de alumbrado público es la siguiente:

Tabla 3 – Inventario de infraestructura instalada actualmente

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
LUMINARIAS	Luminaria Ahorradora 11W	Un	2
	Luminaria Ahorradora 15W	Un	107
	Luminaria Ahorradora 20W	Un	19
	Luminaria Ahorradora 25W	Un	63
	Luminaria Ahorradora 30W	Un	30
	Luminaria Ahorradora 40W	Un	121
	Luminaria Ahorradora 60W	Un	4
	Luminaria Halógena 100W	Un	1
	Luminaria Halógena 250W	Un	1
	Luminaria Halógena 500W	Un	127
	Luminaria Halógena 1000W	Un	5
	Luminaria Halógena 1500W	Un	2
	Luminaria Incandescente 25W	Un	1
	Luminaria Incandescente 100W	Un	431
	Luminaria Fluorescente 39W	Un	40
	Luminaria LED 5W	Un	107
	Luminaria LED 7W	Un	9
	Luminaria LED 10W	Un	50
	Luminaria LED 12W	Un	1
	Luminaria LED 15W	Un	91
Luminaria LED 25W	Un	92	

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	Luminaria LED 30W	Un	474
	Luminaria LED 32W	Un	92
	Luminaria LED 34W	Un	15
	Luminaria LED 35W	Un	170
	Luminaria LED 36W	Un	720
	Luminaria LED 37W	Un	1
	Luminaria LED 38W	Un	374
	Luminaria LED 39W	Un	31
	Luminaria LED 40W	Un	554
	Luminaria LED 42W	Un	98
	Luminaria LED 43W	Un	38
	Luminaria LED 45W	Un	55
	Luminaria LED 50W	Un	268
	Luminaria LED 55W	Un	1
	Luminaria LED 56W	Un	165
	Luminaria LED 57W	Un	83
	Luminaria LED 58W	Un	54
	Luminaria LED 59W	Un	86
	Luminaria LED 60W	Un	605
	Luminaria LED 65W	Un	-
	Luminaria LED 66W	Un	19
	Luminaria LED 67W	Un	36
	Luminaria LED 70W	Un	21
	Luminaria LED 72W	Un	503
	Luminaria LED 74W	Un	153
	Luminaria LED 75W	Un	11
	Luminaria LED 78W	Un	29
	Luminaria LED 80W	Un	8
	Luminaria LED 81W	Un	4
	Luminaria LED 90W	Un	48
	Luminaria LED 92W	Un	1
	Luminaria LED 100W	Un	240
	Luminaria LED 104W	Un	9
	Luminaria LED 108W	Un	70
	Luminaria LED 110W	Un	31
	Luminaria LED 112W	Un	8
	Luminaria LED 120W	Un	79
	Luminaria LED 125W	Un	122
	Luminaria LED 128W	Un	4
	Luminaria LED 133W	Un	6
	Luminaria LED 138W	Un	8
	Luminaria LED 140W	Un	117

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	Luminaria LED 144W	Un	32
	Luminaria LED 146W	Un	18
	Luminaria LED 150W	Un	46
	Luminaria LED 160W	Un	28
	Luminaria LED 175W	Un	12
	Luminaria LED 176W	Un	4
	Luminaria LED 182W	Un	36
	Luminaria LED 184W	Un	18
	Luminaria LED 200W	Un	53
	Luminaria LED 212W	Un	8
	Luminaria LED 300W	Un	1
	Luminaria LED 400W	Un	6
	Luminaria LED 500W	Un	28
	Luminaria Mercurio 125W	Un	21
	Luminaria Mercurio 250W	Un	7
	Luminaria Mercurio 400W	Un	1
	Luminaria Metal Halide 70W	Un	62
	Luminaria Metal Halide 150W	Un	1
	Luminaria Metal Halide 250W	Un	287
	Luminaria Metal Halide 400W	Un	2.452
	Luminaria Metal Halide 1000W	Un	36
	Luminaria Mixta 160W	Un	48
	Luminaria Mixta 250W	Un	32
	Luminaria Mixta 500W	Un	1
	Luminaria Sodio 70W	Un	18.036
	Luminaria Sodio 150W	Un	3.793
	Luminaria Sodio 250W	Un	4.221
	Luminaria Sodio 400W	Un	160
	SUBTOTAL		36.163
TRANSFORMADORES	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 10 kVA	Un	9
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 15 kVA	Un	69
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 25 kVA	Un	46
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 37,5 kVA	Un	13
	Transformador Aéreo Trifásico urbano de 50 kVA	Un	5
	Transformador Aéreo Trifásico urbano de 75 kVA	Un	2
	SUBTOTAL		144
POSTES DE CONCRETO, METÁLICOS, ORNAMENTALES Y MÁSTILES	Poste Metálico de 3 m.	Un	132
	Poste Metálico de 3,5 m.	Un	29
	Poste Metálico de 4 m.	Un	105
	Poste Metálico de 4.5 m.	Un	520
	Poste Metálico de 5m	Un	40

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	Poste Metálico de 6m	Un	1.483
	Poste Metálico 7 m	Un	45
	Poste Metálico de 7,5 m.	Un	35
	Poste de metálico - 8 m - urbano- retención - red común	Un	159
	Poste Metálico de 9 m.	Un	54
	Poste Metálico de 9.5 m.	Un	56
	Poste de metálico - 10 m - urbano- retención - red común	Un	298
	Poste Metálico de 11 m	Un	105
	Poste de metálico - 12 m - urbano- retención - red común	Un	175
	Poste Metálico de 14 m.	Un	19
	Poste Metálico de 15 m	Un	4
	Poste Metálico de 22 m.	Un	6
	Poste de concreto - 8 m - urbano - retención - red común	Un	24
	Poste Concreto de 9.0m.	Un	28
	Poste de concreto - 10 m - urbano - retención - red común	Un	103
	Poste Concreto de 11.0m.	Un	13
	Poste de concreto - 12 m - urbano- retención - red común	Un	1.702
	Poste Concreto de 14.0m.	Un	21
	SUBTOTAL		5.156
REDES AÉREAS	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	9
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 4	Km	19
	km de conductor/fase aéreo urbano aéreo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4	Km	10
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	1
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	4
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 1/0	Km	7
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 4	Km	10
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 2	Km	3
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	1
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 8	Km	6
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 10	Km	5
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	4
REDES SUBTERRANEAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	12
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4	Km	16
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 4	Km	15
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	4
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 1/0	Km	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4	Km	12
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 2	Km	12
km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	3	

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 8	Km	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 10	Km	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	-
	Caja para redes subterráneas tipo alumbrado público	Un	1.088
	Canalización con 1 ducto	Km	10.880
	SUBTOTAL		12.121
	MEDIDOR DE ENERGIA EN POSTE 2F	Un	137
	MEDIDOR DE ENERGIA EN POSTE 3F	Un	7
	SUBTOTAL		144

Fuente: Propia del consultor

7. MODERNIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

7.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE LA MODERNIZACIÓN, REPOSICIÓN, EXPANSIÓN, ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS PARA EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR”,

7.2. DURACIÓN DEL PROYECTO

Este estudio contempla cuatro (4) esquemas en tiempo y financieros del proyecto, y se establece para treinta (30), veinticinco (25), veinte (20) y quince (15) años.

7.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

El proyecto de “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE LA MODERNIZACIÓN, REPOSICIÓN, EXPANSIÓN, ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS PARA EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR”, se encamina a cumplir un objetivo muy importante, y es prestar un servicio público con eficiencia energética, de buena calidad técnica, el cual cumpla con el marco jurídico, regulatorio vigente en Colombia y que sea sostenible financieramente en el tiempo.

El servicio de alumbrado público tiene varios componentes que se describen a continuación, sin limitarse en las definiciones contenidas en el glosario de este documento.

A. Inversión (modernización) de la infraestructura exclusiva del sistema de alumbrado público:

Para el caso específico del municipio de Valledupar, la modernización de la infraestructura se entiende como el reemplazo de las luminarias existentes de sodio, metal halide, fluorescentes e incandescentes por luminarias de tecnología LED, de acuerdo con los diseños fotométricos que debe realizar el prestador del servicio.

B. Administración, Operación y Mantenimiento de la totalidad de la infraestructura exclusiva de sistema de alumbrado público instalada en el municipio.

Se deben realizar las actividades de Administración, Operación y Mantenimiento a toda la infraestructura instalada, sea esta de propiedad del prestador del servicio o del Municipio; garantizando una prestación del servicio de forma continua en el horario de las 18:00 horas a las 06:00 del día siguiente.

C. Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), en cumplimiento con lo establecido en el RETILAP, sección 580.1.

El municipio debe implementar el Sistema de Información del Alumbrado Público (SIAP), teniendo en cuenta todos los parámetros exigidos en el RETILAP, siendo esta información la base para tomar decisiones precisas de mejora continua en la prestación del servicio.

En el evento en que el municipio a través de un tercero preste las actividades de AOyM, el SIAP, hace parte de estos costos.

D. Ejecución de las obras de expansión necesarias en el municipio, las cuales serán el resultado de los planes anuales del servicio.

Todos los años, el Municipio a través de las secretarías que corresponda, el prestador del servicio y el interventor, deben diseñar y proyectar a nivel de ingeniería de detalle las necesidades de expansión de la prestación del servicio de alumbrado público.

E. Suministro de energía eléctrica con destino a la prestación del servicio de alumbrado público.

El Municipio contratará a través de una convocatoria pública, el suministro de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público, este contrato estará sujeto al marco jurídico y regulatorio vigente en Colombia.

F. Interventoría técnica, jurídica, regulatoria, administrativa, ambiental y de seguridad industrial a la prestación del servicio de alumbrado público.

Es necesario que el Municipio realice la supervisión y garantice la contratación de una interventoría integral que sea el puente entre la administración municipal y el prestador del servicio, garantizando de esta manera la correcta ejecución del proyecto.

G. Suscribir con el Operador de Red-Comercializador, la actividad de facturación y recaudo del impuesto de alumbrado público.

Al tenerse la financiación de la prestación del servicio a través del impuesto de alumbrado público, es necesario que el municipio suscriba convenios de recaudo con los comercializadores, para que facturen y recauden el impuesto. Otra opción es que el alcalde del municipio expida un decreto de agencia de recaudo.

7.4. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Actualmente la prestación del servicio del alumbrado público lo realiza el Municipio de manera directa; toda vez, que se tenía contrato de concesión hasta el pasado quince (15) de abril de 2022.

La infraestructura instalada actualmente es propiedad del Municipio, aunque existe unas luminarias que fueron objeto de modernización con recursos del concesionario. El número total de luminarias instaladas son 36.163, de las cuales el 83% son luminarias de tecnología de Sodio, MH, ahorradoras y otras; solo el 17% corresponde a luminarias con tecnología LED, por lo cual la demanda de energía actualmente a nivel de tensión I es 21.967.273 kWh-año, reflejando un alto consumo para un total de 36.163 luminarias.

Es urgente realizar una modernización del sistema de alumbrado público (luminarias), para estar acorde con el uso racional de energía eléctrica (URE), que sea un sistema que consuma energía eléctrica de forma más eficiente, que se cuente con un sistema de luminarias tecnología LED, y que la prestación del servicio cumpla con el marco técnico, regulatorio y jurídico vigente en Colombia. Con la proyección de modernización para el año uno el consumo proyectado con una nueva infraestructura se estima en 9.942.808 kWh-año, representando un 34% de ahorro de energía.

Es necesario cumplir con el marco jurídico y regulatorio en lo relacionado con la compra de energía para el servicio de alumbrado público, resoluciones CREG 101 013 de 2022, CREG 101 120 de 2022; CREG 015 de 2018, ley 142 y 143 de 1994, decretos 2424 de 2006 y 943 de 2018, toda vez que el municipio no cuenta con un contrato de suministro de energía, por lo cual es atendido por el comercializador incumbente AFINIA SA ESP, con un precio de kWh techo el cual corresponde al usuario regulado nivel de tensión II.

7.5. IMPACTO DEL PROYECTO EN EL DESARROLLO TERRITORIAL

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

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

La Ley 136 de 1994 en el artículo 3 consagró como obligación de los Municipios “administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley”.

Mediante los Decretos 2424 de 2006 y 943 de 2018 se reguló la prestación del servicio de alumbrado público y se determinó que los Municipios o Distritos son los responsables de la prestación de este servicio, quienes lo podrán prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público.

El nuevo proyecto será de gran impacto para toda la comunidad del municipio y los visitantes, ya que se contará con un sistema de alumbrado eficiente, el cual refleja mejor los colores y estimula a que la gente disfrute de la iluminación, generando un dinamismo a la economía del municipio en las horas nocturnas, eliminando las zonas oscuras, dando una sensación de mayor seguridad.

7.6. VALORACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO

Desde el punto de vista ambiental, en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, el mismo se regirá por la normatividad vigente en Colombia y tendrá en cuenta los lineamientos que en esta materia establezcan el Ministerio del Medio Ambiente, la Corporación Autónoma Regional y demás autoridades ambientales locales. En tal sentido se dispone de toda la legislación y recursos para dar cumplimiento en este aspecto.

Actualmente la infraestructura del sistema de alumbrado público en el municipio está compuesta de luminarias de sodio, metal halide, fluorescentes y algunas LED, y para su desmonte y manejo de residuos deberá ajustarse en todo a la normativa vigente referente a la gestión integral de residuos peligrosos.

El decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente regula la gestión integral de residuos peligrosos. Dentro del listado relacionado en la norma se definen como elementos peligrosos “Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, en la definición están las bombillas y los balastos de las luminarias de alumbrado público. Por lo anterior para la disposición final de estos los residuos peligrosos el decreto

284 de 2018 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible fija las siguientes responsabilidades para los municipios:

ARTÍCULO 2.2.7A.2.6. De las entidades territoriales. Los departamentos, municipios y distritos, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, deberán incorporar en los planes de desarrollo territoriales acciones encaminadas a facilitar y apoyar la gestión diferenciada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE, a través de:

- 1. El apoyo a las estrategias y la consecución de los objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE.*
- 2. La realización de manera coordinada con los demás actores involucrados, de las actividades de divulgación, promoción y educación que orienten a los usuarios o consumidores de los AEE sobre la prevención de la generación y las prácticas para la extensión de la vida útil de los AEE, la separación en la fuente, el reciclaje y los sistemas de recolección y gestión de los RAEE que establezcan los productores.*
- 3. La facilitación de la implementación de los mecanismos de recolección de los RAEE a cargo de los productores,*

Adicionalmente el mismo decreto 284 de 2018, establece:

ARTÍCULO 2.2.7A.4.3. De los RAEE de las entidades públicas. En el marco de las obligaciones que les compete a las entidades públicas como usuarias o consumidoras de AEE, los bienes que correspondan a AEE dados de baja y que carecen de valor comercial en razón a su obsolescencia, deterioro, daño total o cualquier otro hecho que impida su venta, de acuerdo con la normativa vigente en materia de enajenación de bienes del Estado, deberán ser entregados en calidad de RAEE, a los sistemas de recolección y gestión de RAEE que establezcan los productores o terceros que actúen en su nombre, después de haber surtido los procedimientos internos de manejo y control administrativo de bienes de la respectiva entidad.

ARTÍCULO 2.2.7A.4.5. Obligaciones generales. Conforme con lo establecido en la Ley 1672 de 2013, en relación con los RAEE, no se podrá:

- 1. Disponer los RAEE en rellenos sanitarios.*

La ley 1672 de 2013 regula la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Esta ley abarca tanto las bombillas y balastos de las luminarias de alumbrado público. La ley determina que los productores son los responsables de la gestión de los RAEE y hace un llamado para el diseño de una política pública para la gestión integral de este tipo de residuo. (Hasta el momento este tema no se ha regulado por la autoridad competente).

Una actividad que debe realizar el prestador del servicio de alumbrado público y que hace parte de la actividad de mantenimiento, es la poda de árboles o ramas que interfieran o sean potencialmente peligrosa sobre las redes exclusivas de sistema de alumbrado público.

En el componente social, para los ciudadanos y los entes territoriales el alumbrado público es un servicio que adquiere relevancia para facilitar el desplazamiento nocturno de vehículos y peatones, para orientarse visualmente, reforzar la sensación y las medidas de seguridad con relación a las

actividades criminales, posibilitar el realce de construcciones, parques, jardines y arborizado. La atmósfera y calidad de la escena urbana reciben del alumbrado público una contribución decisiva para presentar a la ciudad, su paisaje, la diversidad de sitios y áreas que agregan belleza y atracción a la contemplación o al tránsito de habitantes y visitantes. Este es un valor agregado a la economía de la ciudad que forma parte de estrategias de gestión y desarrollo urbano.

En efecto, una buena y adecuada prestación del servicio de alumbrado público se constituye en un indicador de desarrollo para el Municipio, puesto que implica un sin número de beneficios dentro de los cuales podemos mencionar, el desarrollo, el confort, bienestar, la confiabilidad, la estética, el embellecimiento urbano, la seguridad, la prevención de hurtos, delitos, accidentes y adicionalmente, con la implementación de nueva tecnología se logra un ahorro del consumo de energía en línea con las políticas de ahorro energético a nivel nacional.

8. ASPECTOS JURÍDICOS, REGULATORIOS Y NORMATIVOS

8.1.1. Normatividad General y Jurisprudencia Relevante Aplicable al Servicio de Alumbrado Público

8.1.2. Normatividad general

El artículo 430 del Código Sustantivo del Trabajo define al Servicio Público como “(...) toda actividad organizada que tienda a satisfacer necesidades de interés general en forma regular y continua, de acuerdo con un régimen jurídico especial, bien que se realice por el Estado, directa o indirectamente, o por personas privadas. (...)”

El Servicio de Alumbrado Público es una actividad que tiende a satisfacer necesidades de interés general en forma regular y continua, que tiene un régimen jurídico especial, cuya prestación se encuentra a cargo de los Distritos y Municipios, los cuales a su vez pueden ejecutarla en forma directa o indirecta. En ese sentido, el Servicio de Alumbrado Público es un servicio público.

El régimen general de los servicios públicos tiene sustento en el artículo 365 de la Constitución Política, en donde se menciona que *“Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y vigilancia de dichos servicios”*.

En particular, el servicio de alumbrado público se somete al régimen jurídico fijado en la Ley 1819 de 2016, cuyos artículos 349 a 353 establece la definición general del servicio de alumbrado público, así como los elementos para la adopción por parte de las entidades territoriales, del impuesto de alumbrado público como fuente de financiación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Gobierno Nacional ha reglamentado los aspectos particulares de este servicio público, recopilados en el Decreto Único Reglamentario No. 1073 del año 2015 correspondiente al Sector Administrativo de Minas y Energía.

De manera puntual, el artículo 2.2.3.1.2. del mencionado Decreto, modificado por el artículo primero (1°) del Decreto 943 del año 2018, define el Servicio de Alumbrado Público como el *“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”*. Este servicio 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.

En cuanto a su prestación, el artículo 2.2.3.6.1.2. del citado Decreto, establece que dicha responsabilidad se encuentra en cabeza de los Distritos o Municipios, quienes podrán prestarlo "(...) 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."

Tal responsabilidad, ha de entenderse en concordancia con la facultad general de los municipios consistente en prestar los servicios públicos que determine la ley, de conformidad con el numeral 1 del artículo 3º de la Ley 136 de 1994, con lo cual se hace aplicable al Servicio de Alumbrado Público las normas orgánicas de funcionamiento de los Municipios.

Por otro lado, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, modificado por el Decreto 943 de 2018, también refiere en su artículo 2.2.3.6.1.4. al régimen de contratación para la prestación del servicio de Alumbrado Público, al indicar que "Los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público que suscriban 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, incluyendo los instrumentos de vinculación de que trata la Ley 1508 de 2012 o la disposición que la modifique, complemente o sustituya."

Lo anterior, resulta congruente con lo dispuesto por el artículo 29 de la Ley 1150 sobre el particular, dado que dicha norma dispone que "Todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del servicio de alumbrado público a terceros, deberán sujetarse en todo a la Ley 80 de 1993, contener las garantías exigidas en la misma, incluir la cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada, hacer obligatoria la modernización del Sistema, incorporar en el modelo financiero y contener el plazo correspondiente en armonía con ese modelo financiero. Así mismo, tendrán una interventoría idónea. Se diferenciará claramente el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, pues este se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994. La CREG regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley, deberán ajustarse a lo aquí previsto."

Conforme a esta normatividad, se tiene que, por un lado, el régimen de contratación de la prestación del servicio de alumbrado público para los Municipios es el Estatuto General de la Contratación Pública, y por otro, el régimen de contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación de dicho servicio es el propio de las Leyes 142 y 143 de 1994. Siendo necesario aclarar que en las normas del Estatuto General de la Contratación Pública hay diferentes regímenes de aplicación, dependiendo de la alternativa o esquema adoptado por cada municipio.

En todo caso, es de gran relevancia resaltar que, con independencia del esquema de prestación del servicio de alumbrado público o bien directamente por el municipio o por medio de un tercero, es obligación del municipio "garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura", tal y como lo señala el artículo 4 del Decreto

943 de 2018 por el cual se modifica el artículo 2.2.3.6.1.2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015.

Otro aspecto que se reglamenta en el Decreto 943 de 2018 es el referente al control, inspección y vigilancia del Servicio de Alumbrado Público. Para ello, se establece un enfoque multidimensional, respecto a diversos aspectos atinentes a la prestación del servicio:

- (i) Control Técnico, el cual parte de la reglamentación técnica que establece el Ministerio de Minas y Energía (RETILAP) y se verifica por las Interventorías o Supervisores,
- (ii) Control Social, que es ejercido por contribuyentes y usuarios del servicio de alumbrado público, el cual se podrá ejercer, o bien a través de las normas especiales de organización de control social que se establece a través de las normas que regulan la petición de información, y
- (iii) Control Fiscal, el cual es ejercido por las Contralorías distritales y/o municipales, según corresponda la competencia del sujeto de control, y con lo cual hace aplicable el régimen de gestión fiscal que se establece en la Ley 610 de 2000 y complementarias.

De igual manera, es pertinente indicar que la financiación del Servicio de Alumbrado Público se realiza principalmente mediante el Impuesto de Alumbrado Público, Impuesto que fue creado para Bogotá con la Ley 97 de 1913 (ampliado a los demás Municipios con la Ley 84 de 1915) y que luego fue regulado de manera general en la Ley 1819 de 2016, como se señaló en líneas anteriores.

Al respecto, cabe resaltar que en cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 351 de la Ley 1819 del año 2016, los costos asociados a la prestación del servicio de alumbrado público deben ser definidos mediante estudio técnico de referencia, en la que se tenga en cuenta la metodología que para el efecto establezca el Ministerio de Minas y Energía, o la Comisión de Regulación de Energía y Gas, si así ha sido delegado por el Ministerio.

En todo caso, de conformidad, con el párrafo del artículo 10 del Decreto 943 de 2018, se establece que hasta que el Ministerio o la entidad designada por este regule dicho aspecto, se deberá seguir aplicando la metodología establecida en la Resolución 123 de 2011 de la Comisión de Regulación de Energía – Gas (CREG), mediante la cual se determinan, *“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”*. Toda vez que, la Comisión de Regulación de Energía – Gas, designada por el Ministerio para la elaboración de la resolución de la que trata el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, emitió la Resolución CREG 101 013 de 2022 *Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público*; el pasado mes de mayo; la metodología aplicable será la definida en la misma.

La Resolución CREG 101 013 de 2022 establece las herramientas para que los municipios o distritos puedan calcular los costos máximos que deben servir para remunerar a los distintos prestadores del servicio de alumbrado público, así como el uso de los activos vinculados al sistema. Para el efecto, establece una serie de fórmulas de las que debe valerse la entidad territorial para calcular las tarifas, fijando para ello, los factores a tener en cuenta en cada uno de los costos asociados con la prestación del servicio.

Bajo este contexto, y presentado el régimen legal general que atañe al Servicio de Alumbrado Público, resulta necesario describir la jurisprudencia relevante en la materia y a analizar, con base en lo anterior, las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público por las que podría optar el municipio de Valledupar.

8.1.3. Jurisprudencia relevante

Existen algunas decisiones judiciales que han marcado líneas argumentativas y de aplicación del servicio de alumbrado público en la práctica y por ende, requieren una breve mención en el presente documento pues, lo cierto es que, las autoridades administrativas del orden nacional y territorial, los jueces y las autoridades públicas que se relacionan con la adopción, implementación o ejecución de cualquier alternativa de prestación del servicio de alumbrado público, deben tenerlas en cuenta para blindar la legalidad del esquema.

En relación con la Corte Constitucional, es importante mencionar que la Sentencia C-130 de 2018, en la cual, además de abordar aspectos relevantes relacionados con el ejercicio de autonomía tributaria que realizan los municipios que adoptan o modifican los elementos no esenciales del impuesto de alumbrado público, se reitera la definición y el alcance del servicio de alumbrado público y que la responsabilidad de la prestación, con independencia de los esquemas existentes, siempre es del municipio.

En lo que respecta a la jurisprudencia de la sección cuarta del Consejo de Estado, especializada en materia tributaria, se han hecho relevantes pronunciamientos en cuanto a los criterios idóneos para la determinación del impuesto de alumbrado público, que es la fuente de financiación de este servicio.

En particular, se debe resaltar la Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009, por la cual la sección cuarta del Consejo de Estado ha unificado los siguientes criterios, con base en los cuales los municipios deben adoptar el impuesto de alumbrado público y determinar las tarifas a cobrar a los contribuyentes:

“UNIFICAR la jurisprudencia del Consejo de Estado en relación con los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público para adoptar las siguientes reglas:

1. Sujeto activo

Regla (i) El sujeto activo del impuesto sobre el servicio de alumbrado público determinado por el legislador son los municipios.

2. Hecho generador

Regla (ii) El hecho generador del tributo es ser usuario potencial receptor del servicio de alumbrado público, entendido como toda persona natural o jurídica que forma parte de una colectividad, porque reside, tiene el domicilio o, al menos, un establecimiento físico en determinada jurisdicción municipal, sea en la zona urbana o rural y que se beneficia de manera directa o indirecta del servicio de alumbrado público.

3. Fórmulas o referentes utilizados por las autoridades municipales para determinar los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público. Subreglas:

Subregla a. Ser usuario del servicio público domiciliario de energía eléctrica es un referente válido para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador

Subregla b. La propiedad, posesión, tenencia o uso de predios en determinada jurisdicción municipal es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador.

Subregla c. El impuesto de industria y comercio no es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, pues no tiene relación ínsita con el hecho generador.

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 y las empresas del sector de las telecomunicaciones que tengan activos ubicados o instalados en el territorio del municipio para desarrollar una actividad económica específica son 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.

Subregla e. Tratándose de empresas que tienen activos en el territorio del municipio para desarrollar una determinada actividad económica, el municipio debe acreditar la existencia de establecimiento físico en la respectiva jurisdicción y con ello la calidad de sujeto pasivo del impuesto sobre el alumbrado público.

4. Base gravable

Subregla f. El consumo de energía eléctrica es un referente idóneo para determinar la base gravable de sujetos pasivos que tienen la condición de usuario regulado del servicio público de energía eléctrica.

Subregla g. La capacidad instalada es un parámetro válido para determinar la base gravable de las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica.

Subregla h. En los asuntos particulares, en que el sujeto pasivo encuadra en varias hipótesis para tenerlo como tal, solo está obligado a pagar el impuesto por una sola condición.

5. Tarifa

Subregla i. Las tarifas del impuesto sobre el servicio de alumbrado público deben ser razonables y proporcionales con respecto al costo que demanda prestar el servicio a la comunidad.

Subregla j. La carga de probar la no razonabilidad y/o no proporcionalidad de la tarifa es del sujeto pasivo.”

8.2. Marco legal en materia de Alumbrado Público

El alumbrado público en Colombia posee una legislación en cuanto a políticas, regulación y control, la cual resulta bastante deficiente, tal como se muestra en su orden cronológico, a continuación:

- La Ley 97 de 1913¹, facultó al Concejo de Bogotá, exclusivamente para crear un impuesto sobre el alumbrado público, ampliado con la Ley 84 de 1915² a los demás municipios del país. Desde esa época y teniendo en cuenta las diferentes reestructuraciones que ha sufrido el Estado, a la fecha no se ha dictado una reglamentación legal, acorde con las necesidades del país.

¹ Ley 97 de 1913. “Que da autorizaciones especiales a ciertos Concejos Municipales”.

² Ley 84 de 1915. “Por la cual se reforman y adicionan las leyes 4 y 97 de 1.913”.

- La Constitución de 1991 establece lo siguiente: Capítulo III, del Título IX, donde plasmó el Régimen Municipal y estableció una serie de obligaciones tales como lo señalan el artículo 311: “Al Municipio como entidad fundamental de la división político – administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la Ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio...”, y el artículo 313: corresponde a los concejos: 1). Reglamentar las funciones y la eficiente prestación de los servicios a cargo del municipio. 2). Adoptar los correspondientes planes y programas de desarrollo económico y social y de obras públicas. 3). Autorizar a los alcaldes para celebrar contratos...”.
- Así mismo, La Ley 136 de 1994 en su artículo 3 consagró como obligación de los Municipios el administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley.
- Mediante la Ley 697 de 2001 se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se declaró el (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. Así mismo se definió lo siguiente: “Esta misma Ley definió el Uso Racional de Energía, como el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible”.
- Después de tanto tiempo, se han expedido una serie de directrices y resoluciones, hasta la publicación del Decreto 2424 de julio 18 de 2006³, el cual estipula lo siguiente:

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

Todos los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público, que celebren los municipios o distritos con los prestadores del mismo se regirán por las disposiciones contenidas en el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, y demás normas que lo modifiquen, adicionen o complementen. Los contratos que suscriban los municipios o distritos, con los prestadores del servicio de alumbrado público, para que éstos últimos asuman la prestación del servicio de alumbrado público o para que sustituyan en la prestación a otra que entre en causal de disolución o liquidación, deben garantizar la continuidad en la ejecución de la expansión con parámetros específicos de calidad y cobertura del servicio de alumbrado público.

³ Decreto 2424 de julio 18 de 2006 “Por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público”.

⁴ *Ibidem*, artículo 4.

⁵ Decreto 2424 de 2006, Artículo Quinto.

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

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

Por su parte, el Congreso de la República, mediante la aprobación de la Ley 1150 de 2007⁶, en su artículo 29, el tema de alumbrado público, señaló lo siguiente:

“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, incorporarla 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 éste se regulará por la Ley 142 y 143 de 1994. La CREG regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley, deberán ajustarse a lo aquí previsto”.

- **LEY 1819 DE 29 DE DICIEMBRE 2016⁷:** en los artículos que a continuación se exponen, estableció sobre el tema del alumbrado público, señaló lo siguiente:

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

⁶ 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".

⁷ LEY-No. 1819 de 2016 "por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones".

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

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

Parágrafo 1. Los municipios y distritos podrán optar, en lugar de lo establecido en el presente artículo, por establecer, con destino al servicio de alumbrado público, una sobretasa que no podrá ser superior al 1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.

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

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

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

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

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

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”.

- **DECRETO 943 DEL 30 DE MAYO DE 2018.** “Por el cual se modifica y adiciona Sección 1, Capítulo 6 del Título /11 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público”.

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

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

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

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

Se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no se encuentren a cargo del municipio o distrito, con excepción de aquellos municipios y distritos que presten el servicio de alumbrado público en corredores viales nacionales o departamentales que se encuentren dentro su perímetro urbano y rural, para garantizar la seguridad y mejorar el nivel de servicio a la población en el uso de la infraestructura de transporte, previa autorización de la entidad titular del respectivo corredor vial, acorde a lo dispuesto por el artículo 68 de la Ley 1682 de 2013.

- ✓ **Tampoco se considera servicio de alumbrado público la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos,** pese a que las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a dichas actividades, de conformidad con el párrafo del artículo 350 de la Ley 1819 de 2016. ”
- ✓ **Sistema de Alumbrado Público:** Comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, y en general todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica. ”

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

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

CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO. El Decreto 943 de 2018, en este aspecto definió lo siguiente:

“Artículo 2.2.3.6.1.7.-Criterios técnicos para la determinación del impuesto de alumbrado público. -Los municipios y distritos que adopten el impuesto de alumbrado público, a través de los concejos municipales y distritales, aplicarán al menos los siguientes criterios técnicos para la determinación del impuesto de alumbrado público, de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 de 2016, con el fin de evitar abusos en su cobro. El acuerdo municipal que adopte dicho impuesto, será publicado o divulgado según lo establecido en el artículo 65 de la Ley 1437 de 2011:

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

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

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

2. **Clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público:** La clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público, al ser una actividad inherente del servicio de energía eléctrica, se realizará de acuerdo con: i) El tipo de usuario (residencial, industrial, comercial, oficial, u otros); ii) el estrato socioeconómico; iii) su ubicación geográfica (urbano o rural); iv) la tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable a cada tipo de usuario; y v) Valor del impuesto predial, en el caso de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica.
3. **Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliario:** Se considerará el consumo del servicio de energía eléctrica individual y por sectores. Para lo anterior se obtendrá el consumo de energía eléctrica promedio mensual de los últimos tres años por cada tipo de usuario, información que podrá ser consultada en el Sistema Único de Información –SUI, administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o directamente solicitada al Comercializador de Energía, según la clasificación del numeral anterior, y el porcentaje que este consumo representa del consumo total domiciliario del municipio o distrito.
4. **Consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado público:** Se obtendrá el consumo de energía promedio mensual de los últimos tres años del sistema de alumbrado público del municipio o distrito, información que podrá ser consultada con el Comercializador de Energía respectivo, con el fin de establecer el tipo de usuario (regulado o no regulada), que servirá como insumo para la contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación del servicio de alumbrado público.
5. **Nivel de cobertura, calidad y eficiencia energética del servicio de alumbrado público:** Para la determinación del impuesto de alumbrado público, los concejos municipales y distritales considerarán el establecimiento de metas para los índices de cobertura, calidad y eficiencia del servicio de alumbrado público, de acuerdo con la reglamentación técnica vigente y lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6. 1. 11 del presente decreto. "

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

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

9. Los costos totales y discriminados por unidades constructivas asociados a la inversión, modernización, expansión y reposición del Sistema de Alumbrado Público. Se incluirá la

inversión de activos de terceros para el servicio de alumbrado público, excluyendo aquellos que sean entregados en forma gratuita o sean remunerados mediante otro mecanismo.

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

8.3 RESOLUCIONES CREG RELACIONADAS CON EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

A partir del año 2011, con la expedición de las resoluciones CREG 122, 123 y posteriormente con la 005 de 2012; 114 de 2014; 015 y 016 de 2018, 015 de 2019, 007 de 2020, 215 de 2021, hasta la Resolución CREG 101 013 de 2022, la prestación del servicio de alumbrado público cuenta con una metodología para estimar los costos máximos en que incurre un municipio para remunerar los costos de suministro de energía eléctrica (CSEE), costo de las actividades de Inversión (CINV), y Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM). A continuación, se relacionan algunas de las principales Resoluciones.

- a) **Resolución CREG 122 de 2011.** Por la cual se regula el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía del impuesto creado por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación del servicio de alumbrado público.
- b) **Resolución CREG 123 de 2011.** Por la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público.
- c) **Resolución CREG 005 de 2012.** Por la cual se modifica la Resolución CREG 122 de 2011 mediante la cual se regula el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía, del impuesto creado por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915, con destino a la financiación del servicio de alumbrado público.

- d) **Resolución CREG 114 de 2014.** Por la cual se modifica la Resolución CREG 123 de 2011 mediante la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público.
- e) **Resolución CREG 101 013 de 2022.** Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público. Se destaca que a través de esta Resolución se derogan Derogatorias. La presente Resolución deroga las Resoluciones CREG 123 de 2011 y 114 de 2012 y las demás que le sean contrarias.

Adicional a las resoluciones descritas, están vigentes las siguientes resoluciones que en alguna medida se relacionan con la prestación del servicio alumbrado público.

- f) **Resolución CREG 070 de 1998.** Por la cual se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.
- g) **Resolución CREG 101 de 2001.** Por medio de la cual se aclaran las normas técnicas aplicables al Alumbrado Público establecidas en el capítulo 8 del anexo general de la Resolución CREG-070 de 1998.
- h) **Resolución CREG 015 de 2018.** Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional.
- i) **Resolución CREG 215 de 2021.** Por la cual se modifica la tasa de retorno para la actividad de distribución de energía eléctrica, aprobada en la Resolución CREG 016 de 2018.

Con la regulación expedida por la CREG, el reglamento técnico del Ministerio de Minas y Energía, RETILAP; y el marco jurídico vigente en Colombia, se establecen los costos máximos para la prestación del servicio de alumbrado público en el Municipio de Valledupar.

8.3.1 RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022

El parágrafo del artículo 10 del decreto 943 de 2018 establece lo siguiente.

Parágrafo. Mientras el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que para estos efectos sea delegada, no establezca la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público, se seguirá aplicando la metodología

establecida en la regulación CREG 123 de 2011 y todas aquellas resoluciones que la modifiquen, adicionen o complementen que para los efectos se entienden vigentes.”

En consecuencia y dado que a partir de la expedición de la Resolución CREG 101 013 de 2022, la cual derogó la Resolución CREG 123 de 2011; en este documento se desarrolla la metodología de la Resolución CREG 101 013 de 2022 para determinar los costos máximos del suministro de energía (CSEE), inversión (CINV) y administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), así como los costos relacionados en el decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.

La Resolución CREG 101 103 de 2022, tiene como objeto:

“Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público”.

Las actividades a las cuales se establece el costo máximo son:

- a) Costo máximo del Suministro de Energía Eléctrica al sistema de alumbrado público – CSEE
- b) Costo máximo de la actividad de Inversión – CINV
- c) Costo máximo de la actividad de Administración, Operación y Mantenimiento AOyM – CAOM
- d) Costos asociados a otros costos - COTR

Entiéndase como inversión las siguientes actividades:

- Expansión de la infraestructura propia del sistema
- La modernización (cambio de luminarias de sodio y otras tecnologías por luminarias tipo LED), teniendo en cuenta los diseños fotométricos.
- La reposición de activos cuando esta aumenta significativamente la vida útil del activo.
- La instalación de los equipos de medición de energía eléctrica.

$$CAP = CSEE + CINV + CAOM + COTR$$

Donde:

CAP: Costos máximos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CSEE: Costo del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAOM: Costo de la actividad de AOM del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

COTR: Costos asociados a otros costos de la prestación del servicio y el Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

La metodología de la resolución CREG al calcular los costos de CINV y CAOM no incluye ningún tipo de impuestos.

8.3.1.1 Costo máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP – (CSEE)

Para determinar el consumo de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, se utiliza la siguiente expresión:

$$CSEE = \sum_{n=1}^2 (TEEn * CEE_n)$$

Donde:

CSEE: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

TEEn: Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en \$/kWh.

CEEn: Consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en kWh.

n: Nivel de tensión 1 o 2, según la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

Para determinar el consumo de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la potencia de las luminarias en operación y las pérdidas asociadas.

El Municipio debe contratar el suministro de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, con una empresa comercializadora de energía eléctrica; como lo establece el decreto 1073 del 2015, artículo 2.2.3.6.1.5, modificado por el artículo 7 del decreto 943 de 2018, en concordancia con lo expresado en la resolución CREG 101 103 de 2022; artículo 09.

Con relación a la tarifa de energía, la Resolución CREG 101 013 de 2022 establece:

Artículo 9. Tarifa de Suministro de energía eléctrica destinado al Servicio de Alumbrado Público. La tarifa de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público está sometida a un régimen de tarifas de libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios o distritos que adquieran energía eléctrica con destino al alumbrado público. ¶

De conformidad con lo establecido en el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007 y en el artículo 7 del decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.5 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán celebrar contratos de suministro de energía con destino al alumbrado público, los cuales se registrarán por las leyes 142 y 143 y la regulación expedida por la CREG. ¶

Parágrafo. La tarifa correspondiente a las componentes de generación y comercialización de energía estarán sometidos a un régimen de libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios y/o distritos que adquieran energía eléctrica con destino al alumbrado público. ¶

Artículo 10. → Tarifa de transmisión para el sistema de Alumbrado público. Todos los usuarios del Sistema Interconectado Nacional, SIN, incluyendo los municipios y distritos, deben pagar la tarifa correspondiente a transmisión nacional y transmisión regional. ¶

Lo que se consolida con lo definido en la Resolución CREG 015 de 2018, la cual establece:

v. Los comercializadores aplicarán cargos por uso del STR y SDL a la demanda asociada con la prestación del servicio de alumbrado público del nivel de tensión al cual se conecten las redes dedicadas exclusivamente a la prestación de este servicio. Cuando no existan redes exclusivas para el alumbrado público, el comercializador aplicará sobre las demandas respectivas cargos por uso del nivel de tensión 2. Si el alumbrado público posee medida de energía en nivel de tensión 1 y el transformador no es de propiedad del OR, el comercializador aplicará cargos por uso de este nivel, descontando la parte del cargo que corresponda a la inversión.

8.3.1.2 Costo máximo de la Actividad de Inversión (CINV).

Para remunerar el costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente expresión:

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

Donde:

CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

CAAn: Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.

Parágrafo 1. Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la remuneración del costo de esta actividad.

Parágrafo 2. El reconocimiento de los costos de la inversión no aplica a la infraestructura de propiedad del municipio o distrito entregada al prestador del Servicio de Alumbrado Público. Para esta infraestructura sólo se reconocen la modernización y reposición.

El costo máximo de la actividad de inversión del sistema de alumbrado público - CINV, remunera las inversiones que realiza el operador en el sistema de alumbrado público, y NO reconoce los activos entregados por el Municipio, a los cuales el operador realizara únicamente las actividades de AO & M.

El CINV, remunera el costo anual equivalente de los activos (CAAn) del sistema de alumbrado público, afectado por el índice de disponibilidad ID.

Ahora bien, el costo anual equivalente de los activos (CAAn) del SALP, remunera las siguientes actividades:

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Donde:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CATn: Costo anual de terrenos de subestaciones en el nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

En este sentido, se remuneran:

- Activos eléctricos del sistema, los cuales están compuestos por unidades constructivas UCAP, la tasa WACC – 12,09% y las vidas útiles definidas según el tipo de activo. Adicionalmente, se considera para la remuneración de los activos asociados con luminarias instaladas y puestas en operación; ajuste por eficiencia luminosa de estos activos.
- La remuneración de los terrenos de subestaciones será del 6,9% de la valoración del área de subestaciones y el valor catastral del terreno correspondiente a la subestación.

- Los activos no eléctricos necesarios para la prestación del servicio, como son, oficinas, equipos de cómputo, grúas, etc. 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.
- ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias apagadas o que no operan en la noche, afectando el valor del CINV.

En resumen, lo que remunera el CINV, son las inversiones realizadas, y a este valor se le penaliza por las luminarias apagadas de noche con el índice ID, índice que será determinado y calculado por la interventoría a la prestación del servicio. El costo calculado no incluye impuestos de orden municipal, departamental o nacional.

Del documento 101 013 de 2022, numeral 11.2.1 Costo anual equivalente de los Activos del Sistema de Alumbrado Público, letra d, pagina 30.

d. Por cuanto los municipios o distritos, cuando entregan en concesión el SALP o cuando suscriben un contrato para la prestación del servicio con un tercero, tienen la potestad de acordar los plazos de remuneración de la inversión, en el momento de pagar dicha remuneración, los periodos utilizados para el cálculo de la remuneración de la inversión, así como del factor de disponibilidad, deben ser iguales.

8.3.1.3 Costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento – (CAOM)

Para calcular la remuneración del costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) de la infraestructura propia del SALP, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP, incluyendo el costo de la infraestructura entregada por el Municipio y/o Distrito y aquellos resultados de la expansión, modernización y reposición.
- Fracción adicional del costo de reposición a nuevo que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.
- Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
- Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada

por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

- Fracción máxima del costo de reposición a nuevo que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.
- Fracción máxima del costo de reposición a nuevo, que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que se relaciona a continuación:

Año	FAOML
2021	0,093
2022	0,097
2023	0,092
2024	0,086
2025	0,080
2026	0,074
2027	0,069
2028 en adelante	0,063

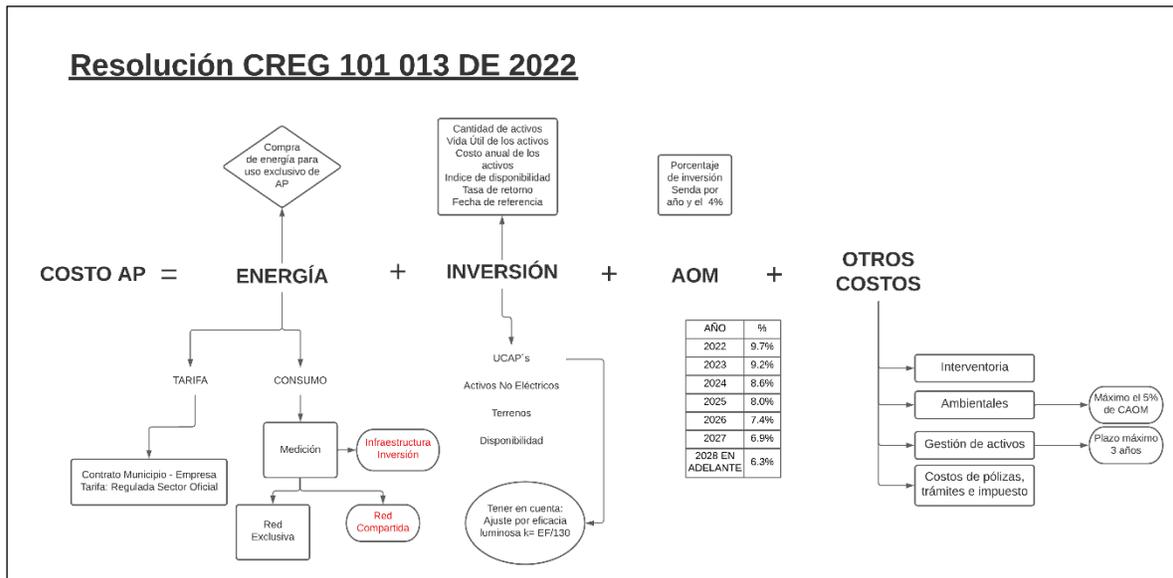
Fuente: Resolución CREG 101 013 DE 2022 Artículo 35 – Parágrafo 3

- ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias encendidas durante las horas del día (6:00 – 18:00), afectando el valor del CAOM.

Lo anterior se resume en lo siguiente: Se toma toda la infraestructura instalada, se valoriza a precios de infraestructura nueva y en operación, y a ese valor se le calcula por el factor correspondiente. Este valor será el costo anual de las actividades de AOyM. Se debe tener en cuenta el valor del ID, el cual afecta la remuneración del AOyM debido a luminarias encendidas de día. El costo calculado no incluye impuestos de orden municipal, departamental o nacional.

En la siguiente gráfica, se aprecia las actividades a realizar en el sistema de alumbrado público, y las variables que determinan cada costo máximo, de acuerdo con la resolución CREG 123 de 2011; las cuales se deben complementar con los otros costos a remunerar, en consideración de la Resolución CREG 101 013 de 2022.

Ilustración 5 - Esquema resolución CREG 101 013 de 2022



Adicionalmente la resolución CREG 101 013 de 2022, contempla lo siguiente:

- Otros Costos para la Prestación del Servicio del Alumbrado Público

Artículo 37. Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público. De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del Capítulo 7 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicioneen o sustituyan.

Artículo 38. Costos Ambientales del servicio de Alumbrado Público. Los costos ambientales reconocidos a partir de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden como máximo al cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, definidos en el artículo 35 de la presente resolución, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes, los cuales deberán ser debidamente validados por la interventoría, o la supervisión del contrato. Los municipios o distritos deben incorporar una evaluación de los costos ambientales dentro del ETR de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.3 del Decreto 1073 de 2015, que permita identificar las acciones de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de las causas generadas por los proyectos de inversión y las actividades del servicio del alumbrado público sobre la naturaleza, en los términos dispuestos en la legislación ambiental vigentes para tal fin.

Esta evaluación debe contemplar la elaboración del plan de manejo ambiental, la gestión integral de los residuos, la reducción de la huella de carbono del sistema y la reducción por contaminación lumínica, como producto de los proyectos de inversión y de AOM.

La gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, debe incorporar las estrategias en caso de reutilización, remanufactura, reacondicionamiento o para la devolución, recolección, reciclaje y disposición final de los RAEE.

Así mismo, los municipios o distritos deben garantizar los mecanismos de vigilancia y control en la gestión y manejo de los RAEE a través de la interventoría del contrato, cuando esta opere.

Está prohibido expresamente por la ley, la disposición final de los RAEE en rellenos sanitarios.

Parágrafo. *Los municipios o distritos deben prever en los contratos de compra o importación de elementos que constituyan las UCAP del SALP, adquiridos en forma directa o través de prestadores del servicio, la gestión integral, retoma y disposición final de los RAEE.*

Artículo 39. Sistema de Gestión de Activos. *Los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según los criterios del Decreto Ley 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumbrado público acorde con la norma ISO 55001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.*

Artículo 40. Costos de pólizas, trámites e impuestos. *Comprende todos aquellos costos asociados a la formalización de los contratos, impuestos al valor agregado a las ventas e impuestos municipales, requeridos para la formalización de los contratos que establezca o que deba cumplir el municipio o distrito para la prestación del servicio.*

- Que los activos instalados en la actividad de inversión, que no se amorticen por la vida útil de cada UCAP durante el periodo del contrato, se deben reconocer los costos máximos de vida útil remanente de los activos del Sistema de Alumbrado Público - SALP.
- Las actividades de inversión y los desarrollos tecnológicos asociados al Sistema de Alumbrado Público deben ser evaluadas económicamente mediante proyectos de inversión, los cuales se deben representar mediante modelos financieros que incorporen los costos de las UCAP, los nuevos desarrollos tecnológicos, la vida útil de los activos, la tasa de retorno y demás variables para la prestación del servicio, para la toma de decisión de la alternativa más favorable técnica, económica y financiera para los municipios y distritos. (Desarrollos tecnológicos como los proyectos de instalación de medición individual con telegestión y/o medida deben contar con una evaluación financiera para establecer si la relación beneficio-costos es superior a uno, con base en los criterios y metodología definidos por el municipio o distrito, tendiente a garantizar la prestación de servicio de alumbrado público de forma económica y eficiente).

- Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la actividad que remunera los costos de AOM.
- Se debe realizar una actualización de los costos máximos de las actividades de inversión y AOyM del sistema de alumbrado público con base en el IPP (ÍNDICE DE PRECIOS AL PRODUCTOR TOTAL NACIONAL).

8.4 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

8.4.1 Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP

Mediante la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 se aclara el ANEXO GENERAL DEL RETILAP y se establecieron requisitos de eficacia mínima y vida útil de fuentes lumínicas, además de otras disposiciones transitorias para facilitar su implementación.

El objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

En el capítulo 1 del RETILAP en su sección 100 se determina el objeto del Reglamento que básicamente establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y de ALUMBRADO PÚBLICO precisando las reglas generales inculcando el uso racional de energía (URE), señalando las especificaciones y exigencias mínimas de los sistemas de iluminación constituyéndose en un instrumento técnico- legal en nuestro país de obligatorio cumplimiento.

El reglamento técnico se aplica a toda instalación de iluminación o alumbrado público y privada construida, ampliada o remodelada a partir de su entrada en vigencia, de conformidad con:

- Instalaciones de iluminación nuevas: Se considera instalación de iluminación nueva aquella que se construya con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de RETILAP.
- Ampliación de instalaciones de iluminación: Se entenderá como ampliación de una instalación de iluminación la que implique aumento de área con requerimiento de iluminación, instalación de nuevas fuentes de iluminación, modificación de las potencias de las fuentes, montaje adicional de dispositivos, equipos y luminarias.
- Remodelación de instalaciones de iluminación y alumbrado público: Se entenderá como remodelación de una instalación de iluminación la sustitución de dispositivos, equipos, controles,

luminarias y demás componentes de la instalación de iluminación. (Energía, s.f.)

8.4.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

Se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.

Se considera que, al aplicar tales preceptos con ética, conciencia y disciplina, por todas las personas que se relacionan con los bienes y servicios inherentes a la electricidad, es decir, los usuarios de los mismos y quienes los producen y ejecuten, estén protegidos de los riesgos de origen eléctrico.

Para efectos del presente reglamento, las palabras deber y tener, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como “estar obligado”.

El Ministerio de Minas y Energía agradece la amplia participación de partes interesadas en particular de los profesionales colombianos en el campo de la electrotecnia, las empresas del subsector de la electricidad, los gremios relacionados, la academia, la industria y demás ciudadanos por los valiosos aportes para complementar y mejorar el RETIE.

8.4.3 URE (Uso racional y eficiente de la energía)

Ley 697 de 2001, por la cual declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de Conveniencia nacional. El URE, para el alumbrado público tiene lugar al ejecutar la aplicación del cambio de tecnología sustituyendo bombillas del sistema de Hg (Mercurio) por las del sistema Na (Sodio) en sus equivalencias u otras tecnologías y utilizando la potencia y cantidad de lámparas correctas según el diseño de iluminación. Paralelamente se reduce el impacto ambiental evitando la polución lumínica.

8.4.4 Norma técnica colombiana NTC 2050

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

9 ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE COSTOS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

El propósito del presente estudio es dar cumplimiento integral a la directriz impartida en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016 y la elaboración de un estudio técnico de referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público (**ETR**), que incluya el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente del servicio.

En este sentido se deben aplicar las directrices definidas por el Decreto 943 de 2018 relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público, y los artículos 5°, 9° y 10° en lo relacionado al **ETR**, a los criterios de determinación del impuesto. Lo anterior, de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue el Ministerio, metodología que actualmente se encuentra contenida en la Resolución CREG 101 013 de 2022.

Según indica el parágrafo del artículo 10 del Decreto 943 de 2018,

*“mientras el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que para estos efectos sea delegada, no establezca la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público, se seguirá aplicando la metodología establecida en la Resolución CREG 123 de 2011 y todas aquellas Resoluciones que la modifiquen, adicionen o complementen que para los efectos se entienden vigentes”.*⁸

El marco conceptual aplicable para el desarrollo del **ETR**, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016 se encuentra regulado en el artículo 5 del Decreto 943 de 2018. Para el efecto, se realiza el presente **ETR** de determinación de costos estimados de prestación en cada actividad del servicio de alumbrado público, que deberá mantenerse público en la página web del ente territorial, el cual será sometido a revisión, ajuste, modificación, actualización o sustituido atendiendo las particularidades del municipio, sin que le periodo supere los cuatro (4) años.

En el presente estudio se proyecta la modernización del actual sistema de alumbrado público con luminarias LED con driver telegestionable, instalar nueva infraestructura de alumbrado público para ampliar la cobertura (luminarias LED, postes, redes, transformadores) y determinar con base a la metodología de la resolución CREG 101 013 DE 2022 los costos máximos de Energía (CSEE), Inversión (CINV), de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Otros Costos (COTR), así como lo demás costos y gastos que se generan para prestar el servicio de alumbrado.

Para el presente estudio, se estructuran varios esquemas financieros para la modernización del sistema y prestación del servicio de alumbrado público. Los esquemas propuestos en líneas de tiempo son de treinta (30), veinticinco (25), veinte (20) y quince (15) años.

⁸ Ministerio de Minas y Energía, resolución No. 41066 del 22 de octubre de 2018, Por la cual se delega en la Comisión de Regulación de Energía y Gas el establecimiento de la Metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público.

9.1 RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022

La metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 establece un techo para determinar los costos máximos del suministro de Energía Eléctrica (CSEE), costo máximo para remunerar la Inversión (CINV), los costos de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Otros Costos (COTR), independientemente del esquema empresarial para la prestación del servicio de alumbrado público.

Para desarrollar la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, se determina lo siguiente:

- A. Unidades Constructivas de Alumbrado Público – **UCAP**.
- B. Vida útil de los elementos instalados.
- C. Valorar las inversiones a realizar en la modernización del sistema de alumbrado público, para calcular el costo máximo de la actividad de Inversión (**CINV**).
- D. Valorar a precios de nuevo y puestos en operación de toda la Infraestructura instalada, para calcular los costos de Administración, Operación y Mantenimiento (**CAOM**).
- E. Determinar el costo máximo de la actividad del suministro de Energía Eléctrica (**CSEE**).
- F. Determinar los otros costos que se generan en la prestación del servicio.
- G. Cronograma de modernización, administración, operación y mantenimiento.

9.2 UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE ALUMBRADO PÚBLICO - UCAP

Hace parte de este estudio la estructuración de las Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP), utilizando lo establecido en el anexo de la Resolución CREG 101 013 de 2022.

Los costos de las UCAP se establecen así:

➤ Costo del suministro en sitio del elemento

Este costo corresponde a lo siguiente:

- Suministro de los diferentes materiales que incluye la UCAP. Los materiales deben contar con certificación RETIE y/o RETILAP según corresponda.
- Costo de transporte desde el sitio del proveedor a la bodega de prestador del servicio y hasta el sitio de instalación.

➤ **Costo de la Obra Civil**

Costo de obra civil para las UCAP que corresponda, ejemplo, obras para la instalación de postes, canalizaciones, cámaras de inspección.

➤ **Costo del Montaje**

En este costo incluye varias actividades, entre otras: Costo de mano de obra especializada y no especializada, (profesionales, tecnólogos, técnicos y ayudantes según la composición de las cuadrillas), Incluye el costo de prestaciones sociales de ley e implementos de seguridad industrial y salud en el trabajo.

Adicional a lo anterior se cuantifica el costo de las herramientas a utilizar, su costo corresponde a precios de mercado, vida útil y su utilización en la actividad de la obra a ejecutar (modernización).

En cuanto al transporte se incluyen los costos de grúa, camioneta o camión mediano.

➤ **Costos de Ingeniería**

Remuneración por concepto de la actividad de ingeniería, y que corresponde sin limitarse a la elaboración de ingeniería conceptual, diseños básicos e ingeniería de detalle.

Para costear esta actividad se tiene en cuenta el “Manual de Referencia de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia”⁹, documento elaborado por la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM, capítulo Cundinamarca.

El proyecto de modernización del sistema de alumbrado público del municipio se categoriza como un proyecto categoría 4, el cual se especifica así: *“como aquellas obras, proyectos o parte de ellos, cuyos conocimientos y estudios son de alguna especialidad y que para su ejecución presentan un alto grado de complejidad, además exigen una gran trayectoria tanto cuantitativa como cualitativa del Ingeniero. Dichas obras deben ser realizadas por un ingeniero debidamente matriculado cuya experiencia corresponda al escalafón dos (2) como mínimo”*

Ahora bien, el Municipio de Valledupar cuenta con el inventario georeferenciado de la infraestructura exclusiva del sistema de alumbrado público y diseños fotométricos de perfiles tipo; es decir, cuenta con los proyectos a un nivel de ingeniería conceptual y básica, por lo cual el costo de ingeniería en la UCAP corresponde a la actividad de ingeniería de detalle, (5,5%).

⁹ Recuperado: <https://aciem.org/manual-de-referencia/>

Tabla 4 – Tabla de tarifas para servicios profesionales de Ingeniería

Tabla 16. Tabla de Tarifas para Servicios Profesionales de Ingeniería					
(Porcentajes sobre el costo directo de la obra de la especialidad específica de Ingeniería)⁷					
	Categoría de la Obra				
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
	%	%	%	%	%
DISEÑOS DE INGENIERÍA					
Ingeniería conceptual	2,00%	2,25%	2,50%	2,75%	3,00%
Ingeniería básica	4,00%	4,25%	4,50%	4,75%	5,00%
Ingeniería de detalle	4,00%	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%
TOTAL	10,00%	11,00%	12,00%	13,00%	14,00%
DISEÑO DE OBRAS Y PROYECTOS					
Anteproyecto	3,00%	3,25%	3,50%	3,75%	4,00%
Proyecto	7,00%	7,75%	8,50%	9,25%	10,00%
TOTAL	10,00%	11,00%	12,00%	13,00%	14,00%
FACTIBILIDAD					
Estudios de factibilidad	12,00%	12,75%	13,50%	14,25%	15,00%
DIRECCIÓN DE LA OBRA					
Dirección administrativa	6,00%	6,50%	7,00%	7,50%	8,00%
Dirección técnica	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%
TOTAL	11,00%	12,00%	13,00%	14,00%	15,00%
CONTRATACION DE LA OBRA					
Administración Delegada	7,00%	7,75%	8,50%	9,25%	10,00%
INTERVENTORIA O GESTIÓN DE CONTROL					
Proyecto	0,50%	0,75%	0,85%	1,50%	2,00%
Técnica	1,70%	2,00%	2,50%	3,00%	3,50%
Administrativa	2,00%	2,50%	3,00%	3,50%	4,00%
TOTAL	4,20%	5,25%	6,35%	8,00%	9,50%
Auditorías e Inspecciones	3,00%	3,50%	4,00%	4,50%	5,00%

Fuente: Manual de referencia de Tarifas en Ingeniería (Contratación de Servicios Profesionales), ACIEM, agosto de 2015. Tabla No. 16 Tabla de Tarifas para Servicios Profesionales de Ingeniería, pagina 66.

➤ **Costo de la Administración de obra**

Costo de las actividades de administración de la obra que consiste en la modernización del sistema.

➤ **Costo de los inspectores de obra**

El costo de los inspectores de obra corresponde a las diferentes actividades a desarrollar por la empresas o ingenieros para expedir el certificado RETIE y/o RETILAP de los proyectos realizados por el prestador del servicio. El costo de esta actividad se asume igual al costo establecido para la actividad de ingeniería de detalle; 5,5% de los costos directos de la UCAP.

➤ **Costo de la interventoría de obra**

Esta interventoría (supervisión) corresponde a una interventoría técnica, una actividad en la cual la entidad que realiza la modernización ejecuta o contrata una interventoría-supervisión interna para asegura que la ejecución de las obras se realiza con toda la calidad y garantía de una actividad bien ejecutada, cumpliendo con las normas técnicas vigentes en Colombia y que se relacionan con el alumbrado público.

La interventoría-supervisión, que hace parte de los costos de la UCAP es diferente a la interventoría que se realiza a la prestación del servicio de alumbrado público¹⁰.

➤ **Costos de Inspectoría**

Personal que se designa para realizar el seguimiento de los avances de la obra, la remuneración se el “Manual de Referencia de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia”, documento elaborado por la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM, capítulo Cundinamarca.

➤ **Costos financieros**

Es el costo que se reconoce en la UCAP el cual remunera el costo de capital durante la construcción de un proyecto.¹¹

Hace parte de este estudio la estructuración de las UCAP para luminarias, para los activos de postes, redes, canalizaciones, transformadores, cajas de inspección, canalizaciones se tiene en cuenta las UC establecidas en la resolución CREG 015 de 2018, tal y como lo establece la letra C del anexo de la resolución CREG 101 013 de 2022.

Las UCAP se presentan en documento anexo al presente estudio.

¹⁰ CREG, concepto E-2021-005023 del 23 de junio de 2021, preguntas 3 y 4

3. En la estructura de los costos de las Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP), de la resolución CREG 123 de 2011 se tiene:

El costo del numeral 7 “Costo de la interventoría de obra”, a que actividades corresponde.

4. Para la siguiente petición, se plantea lo siguiente:

- Un municipio contrata a un tercero (concesionario, empresa de economía mixta u otro tercero) para la prestación del servicio de alumbrado público.
- El municipio contrata a una firma para realizar la interventoría integral a la prestación del servicio de alumbrado público (al contrato suscrito con el concesionario, empresa de economía mixta u otro).
- El costo de la interventoría a la prestación del servicio de alumbrado público es la misma o diferente al “Costo de la interventoría de obra”, que se remunera en la UCAP, y que es la base para el cálculo del costo máximo de inversión (CINV).

Al respecto se aclara que el costo de interventoría de obra se presenta cuando se está realizando el montaje de las UCAP del sistema, pero no incluye los costos de la interventoría en la etapa de operación del sistema de alumbrado público de los que trata el RETILAP.

¹¹ CREG, concepto E-2016-003638

9.3 VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS UCAP

Para determinar el periodo en el cual el Municipio remunera las inversiones (CINV), se tiene en cuenta la vida útil de los elementos instalados.

Tabla 5. Vida útil de los activos de Alumbrado Público

ELEMENTOS DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA	VIDA ÚTIL - AÑOS
Bombillas	3.5
Luminarias	
En zonas con alta contaminación	7.5
En zonas normales	15
Transformadores	25
Postes y mástiles	35
Redes aéreas y subterráneas	35
Cajas de inspección y canalizaciones	35
Sistema de Medición	10

Fuente: Resolución CREG 015 de 2018 y 101 013 de 2022

9.4 VALORACIÓN A PRECIOS DE NUEVO Y PUESTO EN OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA INSTALADA

Ahora bien, con las UCAP estructuradas en el presente documento, se valora la infraestructura instalada a precios de nuevo y puesto en operación, la cual asciende a un total de Cincuenta y dos mil trescientos un millones cuatrocientos veintidós mil novecientos dos pesos M.C. (\$52.301.422.902)

La valoración de la infraestructura instalada se actualiza constantemente por las inversiones que se realizan con la modernización del sistema de alumbrado público.

Tabla 6. Costo a precios de nuevo y en operación de la infraestructura instalada a Mayo de 2022

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
LUMINARIAS	Luminaria Ahorradora 11W	Un	645.535	2
	Luminaria Ahorradora 15W	Un	645.535	107
	Luminaria Ahorradora 20W	Un	645.535	19
	Luminaria Ahorradora 25W	Un	645.535	63
	Luminaria Ahorradora 30W	Un	645.535	30
	Luminaria Ahorradora 40W	Un	645.535	121
	Luminaria Ahorradora 60W	Un	645.535	4
	Luminaria Halógena 100W	Un	645.535	1
	Luminaria Halógena 250W	Un	645.535	1
	Luminaria Halógena 500W	Un	645.535	127
	Luminaria Halógena 1000W	Un	645.535	5
	Luminaria Halógena 1500W	Un	645.535	2
	Luminaria Incandescente 25W	Un	552.660	1
	Luminaria Incandescente 100W	Un	552.660	431
	Luminaria Fluorescente 39W	Un	541.560	40
	Luminaria LED 5W	Un	1.330.364	107
	Luminaria LED 7W	Un	1.330.364	9

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
	Luminaria LED 10W	Un	1.330.364	50
	Luminaria LED 12W	Un	1.330.364	1
	Luminaria LED 15W	Un	1.330.364	91
	Luminaria LED 25W	Un	1.545.355	92
	Luminaria LED 30W	Un	1.545.355	474
	Luminaria LED 32W	Un	1.545.355	92
	Luminaria LED 34W	Un	1.545.355	15
	Luminaria LED 35W	Un	1.545.355	170
	Luminaria LED 36W	Un	1.545.355	720
	Luminaria LED 37W	Un	1.545.355	1
	Luminaria LED 38W	Un	1.545.355	374
	Luminaria LED 39W	Un	1.545.355	31
	Luminaria LED 40W	Un	1.545.355	554
	Luminaria LED 42W	Un	1.545.355	98
	Luminaria LED 43W	Un	1.726.181	38
	Luminaria LED 45W	Un	1.726.181	55
	Luminaria LED 50W	Un	1.726.181	268
	Luminaria LED 55W	Un	1.726.181	1
	Luminaria LED 56W	Un	1.726.181	165
	Luminaria LED 57W	Un	1.726.181	83
	Luminaria LED 58W	Un	1.726.181	54
	Luminaria LED 59W	Un	1.726.181	86
	Luminaria LED 60W	Un	1.726.181	605
	Luminaria LED 65W	Un	1.726.181	-
	Luminaria LED 66W	Un	1.868.259	19
	Luminaria LED 67W	Un	1.868.259	36
	Luminaria LED 70W	Un	1.868.259	21
	Luminaria LED 72W	Un	1.868.259	503
	Luminaria LED 74W	Un	1.868.259	153
	Luminaria LED 75W	Un	1.868.259	11
	Luminaria LED 78W	Un	1.868.259	29
	Luminaria LED 80W	Un	1.868.259	8
	Luminaria LED 81W	Un	1.868.259	4
	Luminaria LED 90W	Un	1.868.259	48
	Luminaria LED 92W	Un	2.255.744	1
	Luminaria LED 100W	Un	2.255.744	240
	Luminaria LED 104W	Un	2.255.744	9
	Luminaria LED 108W	Un	2.255.744	70
	Luminaria LED 110W	Un	2.255.744	31
	Luminaria LED 112W	Un	2.255.744	8
	Luminaria LED 120W	Un	2.255.744	79
	Luminaria LED 125W	Un	2.255.744	122
	Luminaria LED 128W	Un	2.255.744	4
	Luminaria LED 133W	Un	2.255.744	6
	Luminaria LED 138W	Un	2.255.744	8
	Luminaria LED 140W	Un	2.255.744	117
	Luminaria LED 144W	Un	2.255.744	32
	Luminaria LED 146W	Un	2.255.744	18
	Luminaria LED 150W	Un	2.255.744	46
	Luminaria LED 160W	Un	2.832.467	28

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
	Luminaria LED 175W	Un	2.832.467	12
	Luminaria LED 176W	Un	2.832.467	4
	Luminaria LED 182W	Un	2.832.467	36
	Luminaria LED 184W	Un	2.832.467	18
	Luminaria LED 200W	Un	3.049.307	53
	Luminaria LED 212W	Un	3.049.307	8
	Luminaria LED 300W	Un	3.243.049	1
	Luminaria LED 400W	Un	3.436.792	6
	Luminaria LED 500W	Un	4.968.136	28
	Luminaria Mercurio 125W	Un	616.483	21
	Luminaria Mercurio 250W	Un	616.483	7
	Luminaria Mercurio 400W	Un	616.483	1
	Luminaria Metal Halide 70W	Un	744.554	62
	Luminaria Metal Halide 150W	Un	833.675	1
	Luminaria Metal Halide 250W	Un	1.400.030	287
	Luminaria Metal Halide 400W	Un	1.478.836	2.452
	Luminaria Metal Halide 1000W	Un	1.589.270	36
	Luminaria Mixta 160W	Un	670.220	48
	Luminaria Mixta 250W	Un	670.220	32
	Luminaria Mixta 500W	Un	670.220	1
	Luminaria Sodio 70W	Un	821.801	18.036
	Luminaria Sodio 150W	Un	975.753	3.793
	Luminaria Sodio 250W	Un	1.122.996	4.221
	Luminaria Sodio 400W	Un	1.221.159	160
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 20 W - 32 W	Un	1.545.355	
	Luminaria LED de 33W - 42W	Un	1.545.355	
	Luminaria LED de 43W - 65W	Un	1.726.180	
	Luminaria LED de 66W - 90W	Un	1.868.258	
	Luminaria LED de 91W - 120W	Un	2.255.743	
	Reflector LED 100W	Un	1.271.359	
	Reflector LED 200W	Un	1.568.430	
	Reflector LED 400W	Un	2.950.458	
	SUBTOTAL			36.163
	SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			38.932.265.679
TRANSFORMADORES	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 10 kVA	Un	7.442.343	9
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 15 kVA	Un	7.946.759	69
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 25 kVA	Un	8.452.439	46
	Transformador Aéreo Monofásico urbano de 37,5 kVA	Un	9.017.536	13
	Transformador Aéreo Trifásico urbano de 50 kVA	Un	13.529.464	5
	Transformador Aéreo Trifásico urbano de 75 kVA	Un	15.117.299	2
	SUBTOTAL			144
	SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			1.219.229.510
POSTES DE CONCRETO, METÁLICOS, ORNAMENTALES Y MÁSTILES	Poste Metálico de 3 m.	Un	975.204	132
	Poste Metálico de 3,5 m.	Un	975.204	29
	Poste Metálico de 4 m.	Un	975.204	105
	Poste Metálico de 4.5 m.	Un	975.204	520
	Poste Metálico de 5m	Un	1.114.518	40
	Poste Metálico de 6m	Un	1.225.970	1.483

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
	Poste Metálico 7 m	Un	1.253.833	45
	Poste Metálico de 7,5 m.	Un	1.253.833	35
	Poste de metálico - 8 m -urbano- retención - red común	Un	1.393.148	159
	Poste Metálico de 9 m.	Un	1.811.092	54
	Poste Metálico de 9.5 m.	Un	2.110.139	56
	Poste de metálico - 10 m - urbano- retención - red común	Un	2.221.199	298
	Poste Metálico de 11 m	Un	2.665.438	105
	Poste de metálico - 12 m - urbano- retención - red común	Un	3.049.249	175
	Poste Metálico de 14 m.	Un	3.659.099	19
	Poste Metálico de 15 m	Un	3.964.024	4
	Poste Metálico de 22 m.	Un	5.488.649	6
	Poste de concreto - 8 m - urbano - retención - red común	Un	881.147	24
	Poste Concreto de 9.0m.	Un	1.057.377	28
	Poste de concreto - 10 m - urbano - retención - red común	Un	1.092.268	103
	Poste Concreto de 11.0m.	Un	1.310.722	13
	Poste de concreto - 12 m - urbano- retención - red común	Un	1.343.844	1.702
	Poste Concreto de 14.0m.	Un	1.746.997	21
	SUBTOTAL			5.156
	SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			7.264.913.218
REDES AÉREAS	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	15.033.103	9
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 4	Km	22.025.139	19
	km de conductor/fase aéreo urbano aéreo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4	Km	3.274.024	10
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	2.905.131	1
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	2.905.131	4
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 1/0	Km	5.815.065	7
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 4	Km	6.767.513	10
	km de conductor/fase aéreo urbano - Desnudo - Aluminio - calibre 2	Km	7.418.703	3
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	15.033.103	1
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 8	Km	8.041.321	6
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 10	Km	4.445.179	5
	km de conductor/fase aéreo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	2.905.131	4
	REDES SUBTERRANEAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	15.033.103
km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4		Km	3.273.771	16
km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 4		Km	22.024.886	15
km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12		Km	2.904.878	-
km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12		Km	2.904.878	4

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 1/0	Km	7.768.254	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 4	Km	3.273.771	12
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Aluminio - calibre 2	Km	7.157.393	12
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 6	Km	15.033.103	3
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 8	Km	4.020.534	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 10	Km	2.222.463	-
	km de conductor/fase subterráneo urbano - Aislado - Cobre - calibre 12	Km	2.904.878	-
	Caja para redes subterráneas tipo alumbrado público	Un	1.163.064	1.088
	Canalización con 1 ducto	Km	156.761	10.880
	SUBTOTAL			12.121
	SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			4.535.454.040
	MEDIDOR DE ENERGIA EN POSTE 2F	Un	2.404.150	137
	MEDIDOR DE ENERGIA EN POSTE 3F	Un	2.884.558	7
	SUBTOTAL			144
	SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			349.560.456
	COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA			52.301.422.902

Fuente: Municipio de Valledupar y cálculos propios

9.5 INVERSIONES PARA LA MODERNIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Las inversiones requeridas para el proyecto son: (i) Para la modernización de las luminarias instaladas actualmente, (ii) expansión inicial, (iii) expansión vegetativa del sistema.

9.5.1 COSTOS MAXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO – CINV

Las inversiones en una línea de tiempo de treinta (30) años y que se remuneran con la metodología de la Resolución CREG 101 013 de 2022 son las siguientes: (para la línea de tiempo de 25, 20 y 15 años se adjunta al presente documento).

Inversión No. 1: Consiste en la modernización de la infraestructura instalada actualmente en el municipio, se modernizan 30.112 luminarias que hoy son de sodio y otras tecnologías. Esta inversión se realizar en un periodo máximo de dos (2) años.

Inversión No. 2. Expansión prioritaria. Inversiones en la ampliación del servicio de alumbrado público, el periodo de ejecución del proyecto es máximo dos (2) año.

1. En el presente estudio se plantean cuatro (4) escenarios en tiempo; así:

- Escenario a 30, 25 y 20 años: Se proyectan dos (2) inversiones; (i) Una en el año 1-2 por un valor a precios de mayo de 2022 de \$61.198.219.394, y (ii) En el año 16-17 una inversión de \$61.198.219.394.
- Escenario a 15 años: Se proyecta una (1) inversión, en el año 1-2 por un valor a precios de mayo de 2022 de \$61.198.219.394.
- Las inversiones para la expansión vegetativa y otros costos y gastos se financiarán con los recursos del impuesto de alumbrado público.

Tabla 7. Inversiones en modernización y expansión prioritaria

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	AÑO 1	AÑO 2
			2.023	2.024
LUMINARIA LED 20 W - 32 W	Un	1.545.355	7.491	
Luminaria LED de 33W - 42W	Un	1.545.355	11.462	10.368
Luminaria LED de 43W - 65W	Un	1.726.180		4677
Luminaria LED de 66W - 90W	Un	1.868.258		3123
Luminaria LED de 91W - 120W	Un	2.255.743		332
Reflector LED 100W	Un	1.271.359		211
Reflector LED 200W	Un	1.568.430		585
Reflector LED 400W	Un	2.950.458		15
SUBTOTAL			18.953	19.311
SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			29.289.113.315	31.909.106.079

Fuente: Cálculos propios

La inversión inicial para la modernización y expansión prioritaria a realizarse en el municipio se valoriza en (\$61.198.219.394).

La línea de tiempo que se describe en este documento es treinta (30) años, teniendo en cuenta la vida útil de los activos más representativos de la inversión, luminarias LED.

Para desarrollar la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

1. Número de luminarias LED a modernizar y ampliar el servicio.
2. Inversiones por realizar para la modernización y ampliación del servicio.
3. Vida útil de los activos instalados
4. WACC = 12,09% a partir del año 2022 - Resolución CREG 215 de 2021.

5. Metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022
6. El índice ID de indisponibilidad se asume igual a 1. El ID será ajustado por la interventoría y/o supervisor y/o municipio, teniendo en cuenta las luminarias apagadas en la noche.
7. Periodo analizado: año 2023 - 2052.

Con la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 y CREG 215 de 2021 se calcula el CINV para el periodo de 30 años.

Tabla 8. Inversiones y Cálculo anual remuneración por inversión CINV y vida útil remanente

AÑO	2.2.2. REMUNERACIÓN ACTIVIDAD DE INVERSION - CINV	2.2.3. COSTO MÁXIMO VIDA ÚTIL REMANENTE
AÑO 1	4.721.973.560	0
AÑO 2	10.468.617.949	0
AÑO 3	10.974.778.219	0
AÑO 4	11.384.899.597	0
AÑO 5	11.795.281.555	0
AÑO 6	12.205.924.091	0
AÑO 7	12.616.827.207	0
AÑO 8	13.027.990.903	0
AÑO 9	13.439.415.178	0
AÑO 10	13.851.100.032	0
AÑO 11	14.263.045.466	0
AÑO 12	14.675.251.478	0
AÑO 13	15.087.718.071	0
AÑO 14	15.500.445.242	0
AÑO 15	15.913.405.678	0
AÑO 16	16.326.625.292	0
AÑO 17	16.747.151.293	0
AÑO 18	17.168.280.239	0
AÑO 19	17.590.012.129	0
AÑO 20	18.012.346.964	0
AÑO 21	18.435.284.744	0
AÑO 22	18.858.825.469	0
AÑO 23	19.283.002.056	0
AÑO 24	19.707.749.371	0
AÑO 25	20.133.099.631	0
AÑO 26	20.559.052.835	0
AÑO 27	20.985.608.984	0
AÑO 28	21.412.731.658	0
AÑO 29	21.840.455.876	0
AÑO 30	22.268.781.638	4.522.870.431

Fuente: Cálculos propios consultor

9.5.2 INVERSIONES CON RECURSOS DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

En el proyecto planteado, se determinó que es necesario realizar inversiones con recursos del impuesto de alumbrado público.

La ampliación del servicio - expansión vegetativa proyectada, se ejecuta de forma anual con un total de recursos relacionados en la siguiente tabla, para instalar luminarias tipo LED en el periodo del año 3 al año 30. Esta actividad se realizará de acuerdo con el plan de expansión anual y la disponibilidad de recursos del impuesto de alumbrado público.

Tabla 9. Costo expansión vegetativa en precios corrientes

AÑO	2.2.1. INVERSIÓN EN EXPANSIÓN VEGETATIVA
AÑO 1	0
AÑO 2	0
AÑO 3	617.529.118
AÑO 4	640.400.566
AÑO 5	663.272.015
AÑO 6	686.143.464
AÑO 7	709.014.913
AÑO 8	731.886.361
AÑO 9	754.757.810
AÑO 10	777.629.259
AÑO 11	1.289.885.346
AÑO 12	823.372.157
AÑO 13	846.243.605
AÑO 14	869.115.054
AÑO 15	891.986.503
AÑO 16	2.120.050.557
AÑO 17	2.173.051.821
AÑO 18	2.836.159.239
AÑO 19	2.903.686.840
AÑO 20	2.971.214.441
AÑO 21	3.038.742.042
AÑO 22	3.753.884.518
AÑO 23	3.173.797.244
AÑO 24	3.241.324.845
AÑO 25	3.308.852.446
AÑO 26	3.376.380.047
AÑO 27	3.443.907.647
AÑO 28	3.527.964.507
AÑO 29	3.595.809.978
AÑO 30	3.663.655.449

Fuente. Cálculos propios consultor

9.6 COSTOS MAXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN, Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO-CAOM

Para desarrollar la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

1. Costo a precios de nuevo y puestos en operación de toda la infraestructura instalada.
2. Porcentaje de CAOM sobre el costo de la infraestructura instalada a precios de nuevo y puestos en operación.
3. Metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022
4. El índice ID de indisponibilidad se asume igual a 1. Durante la ejecución del proyecto será la interventoría y/o supervisor y/o municipio, el que reporte que luminarias están apagadas de día para ajustar el índice ID mensualmente.
5. Periodo analizado: año 2023 - 2052.
6. Cifras presentadas en pesos corrientes.

En la siguiente tabla se presenta el costo de la remuneración anual del costo máximo de Administración, Operación y Mantenimiento CAOM.

Tabla 10. Cálculo costo anual CAOM

AÑO	2.2.4. REMUNERACIÓN ACTIVIDAD OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - CAOM
AÑO 1	4.933.860.803
AÑO 2	6.729.833.313
AÑO 3	7.035.730.253
AÑO 4	7.345.112.912
AÑO 5	7.657.981.288
AÑO 6	7.974.335.383
AÑO 7	8.294.175.197
AÑO 8	8.617.500.729
AÑO 9	8.944.311.979
AÑO 10	9.274.608.947
AÑO 11	9.608.391.634
AÑO 12	9.945.660.039
AÑO 13	10.286.414.162
AÑO 14	10.630.507.832
AÑO 15	10.978.079.526
AÑO 16	11.421.731.908
AÑO 17	11.873.492.448
AÑO 18	12.333.361.147
AÑO 19	12.801.338.004
AÑO 20	13.277.423.018
AÑO 21	13.761.616.191
AÑO 22	14.254.094.468
AÑO 23	14.754.507.804
AÑO 24	15.263.029.298
AÑO 25	15.779.658.950
AÑO 26	16.304.396.761
AÑO 27	16.837.046.551
AÑO 28	17.377.796.806
AÑO 29	17.926.647.526
AÑO 30	18.483.598.710

Fuente: Cálculos propios Consultor

9.7 COSTO DEL SERVICIO DE ENERGIA ELÉCTRICA (CSEE)

El costo del servicio de energía eléctrica se calcula sobre la potencia instalada y el consumo interno de los elementos que componen las luminarias, para el caso de luminarias de tecnología de sodio. Para el caso de luminarias tipo LED, el proveedor suministra la potencia de la luminaria incluyendo las pérdidas.

Para este estudio se tiene en cuenta el total de la potencia de las luminarias instaladas, pero, es importante señalar que el operador del servicio de alumbrado público o el interventor o municipio, deben reportar al comercializador las luminarias apagadas de noche o que están encendidas de día, para que la liquidación del servicio se realice sobre la demanda real de energía.

Situación actual

La Potencia instalada calculada para las 36.193 luminarias es de 5.085 kW; significando una Demanda de energía en nivel de tensión 1 - NT1: 21.967.273 kWh-año.

Situación proyectada

Al finalizar el año 1, la Potencia instalada calculada pasará a 3.342 kW cuando se ha proyectado modernizar un total de 18.953 luminarias. Al año 2 se modernizar y se instalan 19.311 luminarias, la potencia proyectada será 1.9267 kW y la Demanda de energía en nivel de tensión 1 - NT1 a 8.318.536 kWh-año

El consumo de energía en NT1 se debe referir al NT2 teniendo en cuenta las pérdidas aprobadas para el Operador de Red AFINIA por parte de la CREG y los datos reportados por XM.

Para determinar el costo unitario (Cu) del kWh que se utiliza en el esquema financiero del presente estudio, se tiene en cuenta los siguientes documentos:

- Artículo 9 del Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía
- Resolución CREG 123 de 2011.
- Documento CREG D-102 de 2011
- Letra v, artículo 4 Resolución CREG 015 de 2018.
- Resolución CREG 078 de 2021
- Conceptos CREG
- Informes de XM
- Precio del kWh publicado por AFINIA mes de junio de 2022, usuario regulado, nivel de tensión II, \$690,5
- Decreto 943 de 2018

Ahora bien, para el análisis del costo máximo de energía eléctrica es necesario realizar el siguiente análisis establecido en el decreto 943 de 2018.

Tabla 11 – Demanda de energía anual actual y proyectada en nivel de tensión 1 y 2

	ACTUAL	PROYECTADA
DEMANDA DE ENERGÍA (KWh-año) - NT1	21.967.272	8.318.536
DEMANDA DE ENERGÍA (KWh-año) - NT2	24.294.705	9.199.885

Fuente: Cálculos propios consultor

Decreto 943 de 2018

El numeral 1 del artículo 9 del decreto 943 de 2018 establece lo siguiente:

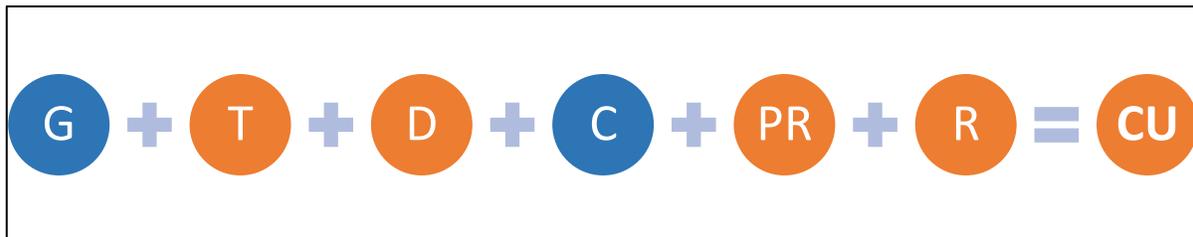
- Costos totales y por actividad:** Se calcularán los costos en los que se incurrirá para realizar todas y cada una de las actividades de la prestación del servicio de alumbrado público según lo establecido en el estudio técnico de referencia.

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

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

A continuación, se describen todos los componentes del Costo unitario (Cu) del kWh, y se identifica que componentes se pueden negociar con el comercializador y cuáles no; por ser componentes regulados¹².

Gráfica 4. Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica kWh



Fuente: Resolución CREG 119 de 2007

¹² Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, resolución 119 de 2007.

- **G:** Costo de compra de energía (\$/kWh) – componente no regulado, por lo cual se puede negociar.
- **T:** Costo por uso del Sistema Nacional de Transmisión (\$/kWh) – componente regulado, no se puede negociar.
- **D:** Costo por uso de Sistemas de Distribución (\$/kWh) – componente regulado, no se puede negociar.
- **C:** Margen de comercialización (\$/kWh) - componente no regulado, por lo cual se puede negociar.
- **R:** Costo de Restricciones y de Servicios asociados con generación (\$/kWh) - componente regulado, no se puede negociar.
- **PR:** Costo de compra, transporte y reducción de pérdidas de energía (\$/kWh) - componente regulado, no se puede negociar.

Para el componente de Comercialización (C), siendo este negociable, no es posible establecer el costo en este estudio, toda vez que este se determina en el momento en que el municipio realiza la convocatoria a los comercializadores para la compra del suministro de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público.

Ahora bien, consultando la página web de Expertos del Mercado (www.xm.com.co), se obtienen los siguientes datos para los años 2021 y hasta abril del año 2022.

Tabla 12. Valores históricos del componente G reportados a XM



Tema	Métrica	Unidad	Valor Tiempo Base	Valor Tiempo Análisis	Variación
Transacciones y Precios	Precio Promedio Contratos No Regulados	\$/kWh	224,26	210,51	-6,13 %
Transacciones y Precios	Precio Promedio Contratos Regulados	\$/kWh	254,56	240,12	-5,67 %

Fuente: [Páginas - Home \(xm.com.co\)](http://Páginas - Home (xm.com.co) sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx)
sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx

Tabla 13. Promedio costo del componente G para el comercializador AFINIA S.A. E.S.P. en la tarifa del servicio de alumbrado público para el municipio de Valledupar

PRECIO PROMEDIO COMPONENTE G - TARIFAS DE AFINIA S.A. E.S.P.			
MERCADO	AÑO 2020*	AÑO 2021**	AÑO 2022***
Componente de Generación (G) para el mercado regulado	\$211,62	\$224,53	\$277,96

Fuente: Cálculos del consultor¹³

¹³ Fuente: [www. https://www.air-e.com/hogares/mi-factura/conoce-nuestras-tarifas](https://www.air-e.com/hogares/mi-factura/conoce-nuestras-tarifas)

- * Para 2020, período septiembre – Diciembre
- ** Para 2021; período enero– diciembre
- *** Para 2022; período enero - junio

Con los datos de las tablas anteriores, se compara los resultados; es decir, comparamos el valor del componente de generación (G) reportados por XM para el mercado regulado, no regulado y el cobrado por AFINIA S.A. E.S.P. al municipio de Valledupar.

El promedio aritmético para los períodos analizados, asociados a los años 2020, 2021 y lo que va corrido del año 2022 para el alumbrado público de Valledupar es \$238,040

Ahora bien, para comparar los costos del componente de generación (G) del Costo unitario (Cu), para el servicio de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público, tomamos el promedio del componente G reportado por XM para el mercado regulado, no regulado y el costo contratado por el municipio de Valledupar. Los valores se indexan con el IPP oferta interna proyectado¹⁴.

Tabla 14. Proyección costo del componente de Generación (G)

AÑO	IPC	PROYECCION COSTO DEL COMPONENTE (G) XM - MERCADO REGULADO	PROYECCION COSTO DEL COMPONENTE (G) XM - MERCADO NO REGULADO	PROYECCION COSTO DEL COMPONENTE G PARA AFINIA
2023	4,00%	\$240,12	\$210,51	\$277,96
2024	4,00%	\$249,72	\$218,93	\$289,08
2025	4,00%	\$259,71	\$227,69	\$300,65
2026	4,00%	\$270,10	\$236,80	\$312,67
2027	4,00%	\$280,91	\$246,27	\$325,18
2028	4,00%	\$292,14	\$256,12	\$338,18
2029	4,00%	\$303,83	\$266,36	\$351,71
2030	4,00%	\$315,98	\$277,02	\$365,78
2031	4,00%	\$328,62	\$288,10	\$380,41
2032	4,00%	\$341,77	\$299,62	\$395,63
2033	4,00%	\$355,44	\$311,61	\$411,45
2034	4,00%	\$369,65	\$324,07	\$427,91
2035	4,00%	\$384,44	\$337,03	\$445,03
2036	4,00%	\$399,82	\$350,51	\$462,83
2037	4,00%	\$415,81	\$364,54	\$481,34
2038	4,00%	\$432,44	\$379,12	\$500,60
2039	4,00%	\$449,74	\$394,28	\$520,62
2040	4,00%	\$467,73	\$410,05	\$541,44
2041	4,00%	\$486,44	\$426,45	\$563,10
2042	4,00%	\$505,90	\$443,51	\$585,63
2043	4,00%	\$526,13	\$461,25	\$609,05
2044	4,00%	\$547,18	\$479,70	\$633,41
2045	4,00%	\$569,06	\$498,89	\$658,75
2046	4,00%	\$591,83	\$518,85	\$685,10
2047	4,00%	\$615,50	\$539,60	\$712,50
2048	4,00%	\$640,12	\$561,19	\$741,00
2049	4,00%	\$665,73	\$583,63	\$770,64
2050	4,00%	\$692,35	\$606,98	\$801,47
2051	4,00%	\$720,05	\$631,26	\$833,53
2052	4,00%	\$748,85	\$656,51	\$866,87

Fuente: Cálculos propios

¹⁴ CREG, concepto con radicado CREG E-2013-000105, documento recuperado: <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/da0240310c9e822005257b2f0070b28b?OpenDocument>

Se evidencia que al analizar el valor de la componente de Generación (G) al cierre del año 2022 y proyectado; las tarifas relacionadas en XM del costo medio de los contratos, tanto para el mercado regulado como no regulado presentarían un menor valor. Sin embargo, es de destacar que el municipio debe realizar una convocatoria pública para la compra del servicio de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público; en el que se recomienda revisar en su momento los precios medios de transacción registrados en el mercado para la compra de energía.

Hasta aquí el análisis del componente de generación (G) del costo unitario (CU) del KWh.

Para las proyecciones del costo de energía en el esquema financiero, se tiene en cuenta el costo unitario (CU) del KWh, no solo el componente de generación (G); si no el total de los componentes que estructuran la tarifa.

Para este estudio se utiliza el costo del kWh reportado por AFINIA S.A. E.S.P. para el mes de junio del año 2022 para los componentes diferentes a la Generación y el valor correspondiente a esta componente conforme el contrato de suministro de energía con el operador que se realice la convocatoria pública; validando que no se supere el valor de la tarifa del usuario regulado nivel de tensión II, sustentado en lo siguiente:

1. En el evento en que un municipio no cuente con un contrato de suministro de energía eléctrica con un comercializador, este será atendido por el comercializador incumbente, y la tarifa máxima será la correspondiente al usuario regulado nivel de tensión 2¹⁵.
2. La tarifa de suministro con el comercializador, en ningún caso podrá ser superior al cien por ciento del valor del Costo Unitario, correspondiente al nivel de tensión respectivo¹⁶.
3. El comercializador que pacte la tarifa del suministro de energía eléctrica con el municipio o distrito deberá determinar los costos que reducirá de su costo unitario de prestación del servicio en las actividades de generación y comercialización¹⁷.

Es importante tener en cuenta que las luminarias que son alimentadas por un transformador exclusivo, el costo de la energía dependerá de la ubicación del medidor de energía (nivel de tensión 1 o 2) y de la propiedad del activo (transformador).

- En el presente estudio se determina la demanda de energía con base a la carga instalada y las proyecciones de modernización de las luminarias a tecnología LED.

¹⁵ Documento CREG D-102 de 2011, página 373, 375

¹⁶ --- ibid.

¹⁷ Documento CREG D-102 de 2011, página 374

- Se recomienda un contrato pague lo demandando, toda vez que en el primer año se presenta una reducción de la potencia instalada por efectos de la modernización del sistema. Luego se presenta un incremento de la demanda de energía anualmente por la instalación de nueva carga (luminarias) en el proceso de expansión vegetativa y los planes de expansión.
- El periodo que se propone para la compra de energía puede ser máximo entre 10 a 15 años, teniendo en cuenta la vida útil de las luminarias instaladas. Ahora bien, es posible que la segunda modernización se pueda realizar con luminarias que se alimenten con energía generada mediante paneles solares u otra fuente; es decir podrían estar no conectadas a las redes de distribución del OR.

Tabla 15. Costo máximo del suministro de energía eléctrica CSEE

AÑO	2.1.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO CSEE
AÑO 1	13.957.326.402
AÑO 2	5.973.793.470
AÑO 3	6.235.352.378
AÑO 4	6.499.266.666
AÑO 5	6.765.536.333
AÑO 6	7.034.161.379
AÑO 7	7.305.141.805
AÑO 8	7.578.477.609
AÑO 9	7.854.168.794
AÑO 10	8.132.215.357
AÑO 11	8.412.617.300
AÑO 12	8.695.374.622
AÑO 13	8.980.487.324
AÑO 14	9.267.955.404
AÑO 15	9.557.778.865
AÑO 16	9.913.101.916
AÑO 17	10.273.937.557
AÑO 18	10.640.285.788
AÑO 19	11.012.146.609
AÑO 20	11.389.520.020
AÑO 21	11.772.406.021
AÑO 22	12.160.804.611
AÑO 23	12.554.715.792
AÑO 24	12.954.139.562
AÑO 25	13.359.075.923
AÑO 26	13.769.524.873
AÑO 27	14.185.486.413
AÑO 28	14.606.960.544
AÑO 29	15.033.947.264
AÑO 30	15.466.446.574

Fuente: Cálculos propios

9.8 ACTUALIZACIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LOS COSTOS MÁXIMOS DE LAS ACTIVIDADES INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SALP

La resolución CREG 101 013 de 2022, en el capítulo VII, establece como actualizar los costos máximos de inversión (CINV) y Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) para lo cual se utilizará el Índice de Precios al Productor Total Nacional – IPP, pero la circular CREG 020 de 2015 establece que se utiliza Precios al Productor Total Oferta Nacional – IPP

El esquema financiero de este estudio es proyectado, ahora bien, el flujo de tesorería deberá actualizarse mensualmente con el índice IPP oferta interna publicados por el DANE o por la entidad que corresponda.

Hasta aquí, los costos máximos regulados por la CREG

Hay otros costos para la correcta prestación del servicio de alumbrado público, establecidos en el decreto 943 de 2018.

9.9 COSTOS ASOCIADOS A LA GESTION AMBIENTAL

Establece el decreto 943 de 2018 en el artículo 10, numeral 5.

- 5) *Los costos asociados a la gestión ambiental de los residuos del Alumbrado público derivados de la aplicación del plan de manejo ambiental de disposición y/o reciclaje de dicho residuos con el que cuente cada ente territorial en concordancia con la Ley 1672 de 2013.*

Adicionalmente, en el artículo 38 de la Resolución CREG 101 013 de 2022, se establece:

Artículo 38. Costos Ambientales del servicio de Alumbrado Público. Los costos ambientales reconocidos a partir de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden como máximo al cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, definidos en el artículo 35 de la presente resolución, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes, los cuales deberán ser debidamente validados por la interventoría, o la supervisión del contrato.

Los municipios o distritos deben incorporar una evaluación de los costos ambientales dentro del ETR de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.3 del Decreto 1073 de 2015, que permita identificar las acciones de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de las causas generadas por los proyectos de inversión y las actividades del servicio del alumbrado público sobre la naturaleza, en los términos dispuestos en la legislación ambiental vigentes para tal fin.

Esta evaluación debe contemplar la elaboración del plan de manejo ambiental, la gestión integral de los residuos, la reducción de la huella de carbono del sistema y la reducción por contaminación lumínica, como producto de los proyectos de inversión y de AOM.

La gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, debe incorporar las estrategias en caso de reutilización, remanufactura, reacondicionamiento o para la devolución, recolección, reciclaje y disposición final de los RAEE.

Así mismo, los municipios o distritos deben garantizar los mecanismos de vigilancia y control en la gestión y manejo de los RAEE a través de la interventoría del contrato, cuando esta opere.

Está prohibido expresamente por la ley, la disposición final de los RAEE en rellenos sanitarios.

Parágrafo. *Los municipios o distritos deben prever en los contratos de compra o importación de elementos que constituyan las UCAP del SALP, adquiridos en forma directa o través de prestadores del servicio, la gestión integral, retoma y disposición final de los RAEE.*

En consecuencia de lo anterior, se proyecta unos costos a la gestión ambiental de los residuos del alumbrado público, como un porcentaje (5%) sobre los costos de CAOM.

9.10 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

El artículo 2 del decreto 943 de 2011, define Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, así:

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

Así mismo, en la Resolución CREG 101 013 de 2022, se define:

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

Se observa que hace parte de los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, entre otros: las luminarias, tecnologías de información, georreferenciación. Para el caso del Municipio

de Valledupar, la modernización se realizará con luminarias LED y se desarrollará e implementará el SIAP¹⁸.

Las luminarias LED contarán con un driver, al cual se le puede implementar un sistema de telegestión. Para implementar el sistema de telegestión se realizarán los estudios técnicos y financiero y su implementación se realizará en el momento en que se cuente con recursos del impuesto de alumbrado público

Desarrollo Tecnológico SMARTCITY.

La definición de Smart City pasa por ser aquella ciudad o municipio que utiliza la tecnología de información y comunicación (TIC) con el objetivo de crear mejores infraestructuras para los ciudadanos. Abarca desde el transporte público, temas de ahorro energético, sostenibilidad y eficiencia en todos sus aspectos.

El enfoque de la implementación Smart City busca obtener ciudades o municipios capaces de afrontar y resolver con efectividad los problemas de ámbitos sociales, económicos y medio ambientales. Entre los retos a los cuales hace referencia el concepto de implementación Smart City se puede encontrar: Administración del tráfico, educación, seguridad pública, detección de escape de aguas y gases, energía inteligente, calidad del agua, parqueo inteligente, salud, inteligencia ambiental, cargas eléctricas de vehículos, edificios inteligentes, contaminación del aire, emisiones electromagnéticas, inteligencia del hogar, administración de residuos sólidos, y otras que aplique según la normatividad.

Las iniciativas de ciudades inteligentes ofrecen oportunidades sin precedentes para los municipios, el uso de tecnologías emergentes para la mejora de la habitualidad, sostenibilidad y conectividad de lugares donde vivimos y trabajamos.

La ciudad inteligente y el Alumbrado Público.

El crecimiento de la población en el municipio trae consigo nuevos retos para crear y garantizar espacios más seguros para la población actual y futura que cumplan con alta eficiencia energética y procurando la conservación del medio ambiente. Para hacerle frente a este nuevo reto existen soluciones de iluminación inteligente con las cuales se puede ahorrar energía, reducir las emisiones de CO₂, disminuir la contaminación lumínica y generar sensación de seguridad en los ciudadanos.

Para pensar en ciudades o municipios inteligentes un primer paso importante es contar con alumbrado público inteligente. El sistema de alumbrado público cuenta con infraestructura eléctrica distribuida a través de todo el municipio, convirtiéndose esta en el lugar estratégico para la ubicación de sistemas para ciudades inteligentes, donde es posible ubicar por ejemplo una cámara de seguridad, un sensor ambiental, un contador de tráfico y un aviso publicitario inteligente.

Al contar con la tecnología SmartCity, la ciudad o el municipio significa que la red de alumbrado público estará ubicada incluso hasta en los lugares más remotos del territorio, y cubre todos los lugares

¹⁸ SIAP, Sistema de Información de Alumbrado Público. Todos los municipios deben contar con el SIAP, tal y como lo expresa el RETILAP, sección 580-1.

habitados del mismo, proporcionando el servicio de alumbrado a los habitantes de dicho territorio, y al tiempo, participa como plataforma soporte para los demás servicios que hacen parte de la inteligencia de la ciudad.

Al adoptar proyectos de eficiencia y sostenibilidad centrada al ciudadano, es muy importante la interacción operativa de todas las empresas de servicios del territorio en donde se aplique la tecnología de SmartCity.

La implementación de proyectos de SmartCity se realizara en el momento en que se cuente con los estudios técnicos y financieros.

Dentro del marco del Plan de Desarrollo municipal “VALLEDUPAR EN ORDEN” en su numeral 2.1. hace relación al territorio inteligente integrado y a la importancia que representa una ciudad inteligente en el desarrollo de región.

Para la garantía de una ciudad sostenible, resiliente y eficiente, la tecnología es un habilitador fundamental. Por esta razón la presente propuesta se concentra en instrumentar un mecanismo para el desarrollo de la capa de inteligencia tecnológica de la ciudad.

Por tanto, se deberán incluir lo referido en el artículo 147 de la Ley 1955 de 2019, con los siguientes elementos: (i) Con la priorización de tecnologías emergentes de la Cuarta Revolución Industrial que faciliten la prestación de servicios del Estado a través de nuevos modelos incluyendo, pero no limitado a, tecnologías de desintermediación, DLT (Distributed Ledger Technology), análisis masivo de datos (Big Data), Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Robótica y similares. (ii) Con el uso y aprovechamiento de la infraestructura de datos públicos, con un enfoque de apertura por defecto, que significa que toda la información de la administración y de los servicios de la ciudad tienen un valor intrínseco para la sociedad y la economía y, por lo tanto debería ser abierta por defecto, es decir, que toda la información gubernamental esté disponible sin necesidad de que alguien tenga que dar una aprobación explícita. (iii) Con la aplicación y aprovechamiento de estándares, modelos, normas y herramientas que permitan la adecuada gestión de riesgos de seguridad digital, para generar confianza en los procesos de las entidades públicas y garantizar la protección de datos personales. (iv) Con la plena interoperabilidad entre los sistemas de información públicos que garantice el suministro e intercambio de la información de manera ágil y eficiente a través de una plataforma de interoperabilidad. (v) Con la optimización de la gestión de recursos públicos en proyectos de Tecnologías de la Información a través del uso de los instrumentos de agregación de demanda y priorización de los servicios de nube. La agregación de demanda significa que las Entidades Estatales y las empresas de servicios de la ciudad sumen sus necesidades y actúen en forma coordinada en el mercado para obtener eficiencia en el gasto y un mejor provecho de los recursos públicos. (vi) Con la implementación de todos los trámites nuevos en forma digital o electrónica sin ninguna excepción, en consecuencia, la interacción del Ciudadano-Estado sólo será presencial cuando sea la única opción.

Como aplicación de estas tecnologías encontramos en los servicios públicos una nueva generación de su desarrollo tradicional, expresado en los siguientes elementos conceptuales:

- Utilizan una tecnología digital
- Son Industria conectada
- Se gestionan con base en datos
- Aplican un criterio de datos públicos
- Permiten el desarrollo de nuevos modelos de negocio y recursos por nuevos servicios
- Incorporan la medición de la huella de carbono
- Apropian la adopción de políticas con espíritu colaborativo
- Desarrolla un ejercicio de innovación tecnológica aplicada

9.11 INTERVENTORIA

La interventoría a la prestación del servicio de alumbrado público tendrá el siguiente objeto **INTERVENTORIA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, REGULATORIA, AMBIENTAL PARA EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO, SERVICIOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS A EL, Y LAS OBRAS DE MODERNIZACIÓN, EXPANSIÓN, ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR.**

Es relevante mencionar que la Resolución CREG 101 013 de 2022, estableció la remuneración de otros costos, asociados a actividades inherentes al desarrollo de la prestación del servicio de alumbrado público, resaltando el desarrollo de la Interventoría, definiendo en su artículo 37 lo siguiente:

Artículo 37. Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público. De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del Capítulo 7 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.

En este sentido, se propone en este estudio un costo de la interventoría corresponde al 7% incluido IVA sobre los ingresos del impuesto de alumbrado público, dato que se utiliza en las proyecciones financieras, pero se debe contar con un staff mínimo y los costos para la remuneración mensual.

9.12 ALUMBRADO NAVIDEÑO Y ORNAMENTAL, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SMART CITIES

Continuando con el análisis del artículo 9 del decreto 943 de 2018, establece:

Artículo 1, párrafo

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.”

Las inversiones para el alumbrado navideño y ornamental se determinan como el 2% de los ingresos del impuesto de alumbrado público durante todo el proyecto. Dentro de este mismo porcentaje se incluye el desarrollo tecnológico y Smart Cities

El Decreto 943 del 30 de mayo de 2018 en Artículo 2 establece:

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

(...) 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. (Art. 4)

La propuesta de tele gestión debe estar dentro del modelo económico de un valor máximo regulado. Del mismo modo, el municipio transfiere al socio estratégico el riesgo tecnológico, para que este valore, identifique, seleccione e instale la mejor opción en condiciones de calidad, precio, soporte y garantía. Los riesgos se asignan a quien mejor tenga la condición de administrarlos y este riesgo queda radicado en cabeza de la parte privada dentro del modelo societario.

9.13 OTROS GASTOS

Impuesto del 4x\$1.000
Fiducia, se establece en \$4.000.000 (4 SMMLV)

9.14 COSTOS TOTALES Y POR ACTIVIDAD

El artículo 9 del decreto 943 de 2018, define los Costos totales y por actividad así:

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

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

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

Adicionalmente del artículo 1 del decreto 943 de 2018, define las actividades del servicio de alumbrado público; así:

Artículo 1°.- *Modifíquese las siguientes definiciones contenidas en el artículo 2.2.3.1.2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, las cuales quedarán así:*

"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.

En la siguiente tabla se describen los costos de las actividades del servicio de alumbrado público calculadas en este documento.

Tabla 16. Costos de las actividades del servicio de alumbrado público – Decreto 943 de 2018

AÑO	2.1.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO CSEE	2.1.2. INTERVENTORIA	2.1.3. ADMINISTRACIÓN ESP MIXTA	2.2.1. INVERSIÓN EN EXPANSIÓN VEGETATIVA	2.2.2. REMUNERACIÓN ACTIVIDAD DE INVERSIÓN - CINV	2.2.3. COSTO MÁXIMO VIDA ÚTIL REMANENTE	2.2.4. REMUNERACIÓN ACTIVIDAD OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - CAOM	2.2.6. ALUMBRADO NAVIDEÑO/ ORNAMENTAL	2.2.7. COSTOS AMBIENTALES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO	2.2.8. SERVICIOS TECNOLÓGICOS ASOCIADOS / CIBERDEFENSA / INTEROPERABILIDAD / GOBERNANZA DE DATOS	2.3.1. FIDUCIARIA	2.3.2. FINANCIEROS	2.3.3. SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS (ART. 39 RESOLUCIÓN CREG 101 013)	2.3.4. PÓLIZAS, TRÁMITES E IMPUESTOS
AÑO 1	13.957.326.402	1.986.531.276	819.290.874	0	4.721.973.560	0	4.933.860.803	567.580.365	246.693.040	0	57.120.000	4.326.508	750.000.000	31.410.323
AÑO 2	5.973.793.470	2.068.575.018	852.062.509	0	10.468.617.949	0	6.729.833.313	591.021.434	336.491.666	0	59.404.800	7.073.183	750.000.000	54.377.893
AÑO 3	6.235.352.378	2.154.007.166	886.145.009	617.529.118	10.974.778.219	0	7.035.730.253	615.430.619	351.786.513	615.430.619	61.780.992	7.360.854	200.000.000	60.632.056
AÑO 4	6.499.266.666	2.242.967.662	921.590.809	640.400.566	11.384.899.597	0	7.345.112.912	640.847.903	367.255.646	640.847.903	64.252.232	7.662.939	200.000.000	63.058.094
AÑO 5	6.765.536.333	2.335.602.226	958.454.441	663.272.015	11.795.281.555	0	7.657.981.288	667.314.922	382.899.064	667.314.922	66.822.321	7.980.063	200.000.000	65.502.191
AÑO 6	7.034.161.379	2.432.062.598	996.792.619	686.143.464	12.205.924.091	0	7.974.335.383	694.875.028	398.716.769	694.875.028	69.495.214	8.312.877	200.000.000	67.964.609
AÑO 7	7.305.141.805	2.532.506.783	1.036.664.324	709.014.913	12.616.827.207	0	8.294.175.197	723.573.367	414.708.760	723.573.367	72.275.023	8.662.058	200.000.000	70.445.618
AÑO 8	7.578.477.609	2.637.099.313	1.078.130.897	731.886.361	13.027.990.903	0	8.617.500.729	753.456.947	430.875.036	753.456.947	75.166.024	9.028.311	200.000.000	72.945.501
AÑO 9	7.854.168.794	2.746.011.515	1.121.256.133	754.757.810	13.439.415.178	0	8.944.311.979	784.574.719	447.215.599	784.574.719	78.172.665	9.412.370	200.000.000	75.464.550
AÑO 10	8.132.215.357	2.859.421.791	1.166.106.378	777.629.259	13.851.100.032	0	9.274.608.947	816.977.654	463.730.447	816.977.654	81.299.572	9.815.000	200.000.000	78.003.072
AÑO 11	8.412.617.300	2.977.515.911	1.212.750.633	1.289.885.346	14.263.045.466	0	9.608.391.634	850.718.832	480.419.582	850.718.832	84.551.555	10.236.997	200.000.000	82.029.539
AÑO 12	8.695.374.622	3.100.487.318	1.261.260.658	823.372.157	14.675.251.478	0	9.945.660.039	885.853.519	497.283.002	885.853.519	87.933.617	10.679.190	200.000.000	83.139.821
AÑO 13	8.980.487.324	3.228.537.444	1.311.711.084	846.243.605	15.087.718.071	0	10.286.414.162	922.439.270	514.320.708	922.439.270	91.450.962	11.142.443	200.000.000	85.738.725
AÑO 14	9.267.955.404	3.361.876.040	1.364.179.527	869.115.054	15.500.445.242	0	10.630.507.832	960.536.012	531.525.392	960.536.012	95.109.000	11.627.654	200.000.000	88.357.997
AÑO 15	9.557.778.865	3.500.721.521	1.418.746.708	891.986.503	15.913.405.678	0	10.978.079.526	1.000.206.149	548.903.976	1.000.206.149	98.913.360	12.135.759	200.000.000	90.998.364
AÑO 16	9.913.101.916	3.645.301.320	1.475.496.576	2.120.050.557	16.326.625.292	0	11.421.731.908	1.041.514.663	571.086.595	2.603.786.657	102.869.894	12.648.789	200.000.000	102.254.387
AÑO 17	10.273.937.557	3.795.852.264	1.534.516.439	2.173.051.821	16.747.151.293	0	11.873.492.448	1.084.529.218	593.674.622	2.711.323.046	106.984.690	13.185.757	200.000.000	105.549.667
AÑO 18	10.640.285.788	3.952.620.963	1.595.897.097	2.836.159.239	17.168.280.239	0	12.333.361.147	1.129.320.275	616.668.057	2.823.300.688	111.264.078	13.747.718	200.000.000	110.721.269
AÑO 19	11.012.146.609	4.115.864.208	1.659.732.981	2.903.686.840	17.590.012.129	0	12.801.338.004	1.175.961.202	640.066.900	2.939.903.006	115.714.641	14.335.774	200.000.000	114.152.904
AÑO 20	11.389.520.020	4.285.849.400	1.726.122.300	2.971.214.441	18.012.346.964	0	13.277.423.018	1.224.528.400	663.871.151	3.061.321.000	120.343.227	14.951.070	200.000.000	117.632.115
AÑO 21	11.772.406.021	4.462.854.981	1.795.167.192	3.038.742.042	18.435.284.744	0	13.761.616.191	1.275.101.423	688.080.810	8.925.709.961	125.156.956	15.594.800	200.000.000	138.373.606
AÑO 22	12.160.804.611	4.647.170.891	1.866.973.880	3.753.884.518	18.858.825.469	0	14.254.094.468	1.327.763.112	712.704.723	9.294.341.782	130.163.234	16.268.205	200.000.000	144.604.842
AÑO 23	12.554.715.792	4.839.099.049	1.941.652.835	3.173.797.244	19.283.002.056	0	14.754.507.804	1.382.599.728	737.725.390	9.678.198.098	135.369.763	16.972.581	200.000.000	147.029.491
AÑO 24	12.954.139.562	5.038.953.840	2.019.318.948	3.241.324.845	19.707.749.371	0	15.263.029.298	1.439.701.097	763.151.465	10.077.907.679	140.784.554	17.709.275	200.000.000	151.478.591
AÑO 25	13.359.075.923	5.247.062.633	2.100.091.706	3.308.852.446	20.133.099.631	0	15.779.658.950	1.499.160.752	788.982.948	10.494.125.267	146.415.936	18.479.689	200.000.000	156.011.640
AÑO 26	13.769.524.873	5.463.766.320	2.184.095.374	3.376.380.047	20.559.052.835	0	16.304.396.761	1.561.076.091	815.219.838	10.927.532.640	152.272.573	19.285.284	200.000.000	160.630.975
AÑO 27	14.185.486.413	5.689.419.869	2.271.459.189	3.443.907.647	20.985.608.984	0	16.837.046.551	1.625.548.534	841.852.328	11.378.839.738	158.363.476	20.127.582	200.000.000	165.338.411
AÑO 28	14.606.960.544	5.924.392.910	2.362.317.557	3.527.964.507	21.412.731.658	0	17.377.796.806	1.692.683.688	868.889.840	11.848.785.819	164.698.015	21.008.167	200.000.000	170.186.557
AÑO 29	15.033.947.264	6.169.070.337	2.456.810.259	3.595.809.978	21.840.455.876	0	17.926.647.526	1.762.591.525	896.332.376	12.338.140.674	171.285.936	21.928.689	200.000.000	175.079.934
AÑO 30	15.466.446.574	6.423.852.942	2.555.082.669	3.663.655.449	22.268.781.638	4.522.870.431	18.483.598.710	1.835.386.555	924.179.936	12.847.705.884	178.137.373	22.890.864	200.000.000	193.638.536

Fuente: Cálculos propios

9.15 ESQUEMA FINANCIERO

Los inputs para sensibilizar el esquema financiero para el periodo en tiempo de 30 años es el siguiente:

Tabla 17. Esquema financiero periodo 30 años

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO ECONÓMICO	
INFORMACIÓN GENERAL DEL MODELO	
MUNICIPIO	VALLEDUPAR
DEPARTAMENTO	CESAR
ESTADO DEL CONTRATO	INICIAL
FECHA DE INICIO	2022
DURACIÓN DEL CONTRATO	30
FECHA DE FIN	2052
AÑO DE EJECUCIÓN	2023
DATOS CONFORME A LA RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022	
INVERSIÓN INICIAL	
TIR	12,09%
FAOML	9,70%
***Valor para 2022	
FAOMn	4,00%
COSTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	5,00%
ID	1,00
Eficacia luminosa = EF	140,00
k= Factor de ajuste por eficacia luminosa	1,08
COSTO DE LA UCAP	
COSTO DE INGENIERIA	5,50%
COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA OBRA	12,00%
COSTO DEL INSPECTOR	4,50%
COSTO DE INTERVENTORÍA	3,00%
COSTO DE LAS CERTIFICACIONES RETIE Y RETILAP	5,50%
COSTO FINANCIERO	1,60%
COSTOS AMBIENTALES DE LAS DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	0,00%
VARIABLES ECONÓMICAS Y DEL MERCADO	
IPC_PROYECCIÓN	4,00%
IPP_PROYECCIÓN	4,00%
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0,13%
COMISIÓN FIDUCIARIA: MEDIO SMMMMLV_2021	\$ 4.000.000
INCREMENTO SMMLV	4,00%
IVA	19,00%

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO ECONÓMICO	
VARIABLES DE LA PROYECCIÓN FINANCIERA	
TARIFA ENERGÍA_PROYECCIÓN	\$691
INTERVENTORIA - INLCUIDO IVA	7,00%
ALUMBRADO NAVIDEÑO	2,00%
DESARROLLOS TECNOLÓGICO + SMART CITIES	2,00%
	5,00%
	14,00%
EXPANSIONES	235
	550
RENDIMIENTOS FINANCIEROS	0,20%
GASTOS FINANCIEROS	0,030%
TRÁMITES E IMPUESTOS	0,30%

VIDA UTIL UCAP'S	CREG 015 DE 2018
LUMINARIAS	15
LUMINARIAS - ZONA SALINA	7,5
BOMBILLAS	3,5
POSTES, REDES, CANALIZACIONES	35
TRANSFORMADORES	25
MEDIDORES	10

Fuente: Cálculos propios

Las salidas-resultados son los siguientes:

VARIABLES	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 30 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 25 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 20 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 15 AÑOS
Número de luminarias instaladas actualmente	36.163	36.163	36.163	36.163
Número de luminarias instaladas en el último año de análisis	49.569	46.819	44.069	41.319
INVERSIONES ALIADO ESTRATEGICO				
1. MODERNIZACION No. 1 - año 1 (modernización luminarias municipio)				
1.1 Total luminarias modernizadas	38.264	38.264	38.264	38.264
1.2 Total inversión	\$ 61.198.219.394	\$ 61.198.219.394	\$ 61.198.219.394	61.198.219.394
INVERSIONES CON RECURSOS DEL IAP - EXPANSIÓN VEGETATIVA				
Expansión vegetativa - Nro Luminarias	14.360	10.435	6.510	3.055
Inversión	32.755.119.696	16.125.779.425	10.060.261.050	4.721.059.525
RESOLUCIÓN CREG 123 DE 2011				
Costos CINV (pesos constantes)	479.255.682.405	372.189.051.414	275.771.090.142	189.926.674.225
Costos VÚ (pesos constantes)	4.522.870.431	37.527.738.681	53.249.638.488	4.522.870.431
Costos CAOM (pesos constantes)	350.706.243.587	263.776.757.234	189.963.850.522	128.256.503.997
Costos de energía CSEE (pesos constantes)	311.342.153.175	238.279.787.507	175.478.645.598	122.249.653.708
VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO				
Saldo al final del ejercicio	4.679.597.110	- 35.361.069.631	- 38.796.194.474	5.178.716.640

Teniendo en cuenta los parámetros (inputs) y las salidas de los cuatro (4) escenarios, se determina los siguientes riesgos financieros que alterarían los resultados obtenidos, y la viabilidad del proyecto.

2. Que el IPC para el año 2023 en adelante sea inferior al IPP. En este riesgo, se presentan las siguientes consecuencias: El impuesto de alumbrado público para todos los sujetos pasivos del impuesto su tarifa se indexa con el IPC. En el caso de los usuarios residenciales y no residenciales, los ingresos dependen del consumo de energía y el costo del kWh, en donde el último se actualiza con lo establecido en la resolución CREG 119 de 2007, y algunos componentes del kWh se ajustan o actualizan con el IPP e IPC.

Los costos y gastos de la prestación del servicio de alumbrado público que se calculan con la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 (CSEE, CINV, CAOM) se indexan o actualizan con el IPP oferta interna. Si el IPP es más alto que el IPC, estaríamos en la situación que los costos crecerían más que los ingresos.

Para este caso la interventoría y el municipio deben realizar el seguimiento mensual para determinar que inversiones se realizan o si se disminuye, si se modifica la expansión vegetativa, si se compra la energía a largo plazo y se controla el riesgo de la volatilidad de los precios de energía para que no afecte la viabilidad financiera del proyecto en el largo plazo.

3. Que los ingresos del IAP no se presenten de acuerdo con las proyecciones: La interventoría y el municipio deben dar las instrucciones al prestador del servicio para establecer que monto de inversiones se realizaran para mantener el equilibrio financiero del proyecto.
4. Realizar la compra de energía eléctrica a través de una convocatoria pública, logrando así contar con la proyección del costo de energía a largo plazo y no estar supeditado a un costo de energía que puede variar en el tiempo si se está como usuario regulado nivel de tensión II, o expuesto a bolsa. El tipo de contrato sugerido es pague lo demandado.
5. De acuerdo con la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 y 215 de 2021 se establece el Costo Máximo de Inversión (CINV), según las inversiones que se realicen.
6. Se establece que la inversión y expansión inicial corresponde \$ 61.198.219.394, y se reconoce una tasa WACC del 12,09% (CREG 215 de 2021) y un periodo de remuneración de 30 años.
7. En el presente estudio se plantean cuatro (4) escenarios en tiempo; así:
 - Escenario a 30, 25 y 20 años: Se proyectan dos (2) inversiones; (i) Una en el año 1-2 por un valor a precios de mayo de 2022 de \$61.198.219.394, y (ii) En el año 16-17 una inversión de \$61.198.219.394.
 - Escenario a 15 años: Se proyecta una (1) inversión, en el año 1-2 por un valor a precios de mayo de 2022 de \$61.198.219.394.
 - Las inversiones para la expansión vegetativa y otros costos y gastos se financiarán con los recursos del impuesto de alumbrado público.

8. Será responsabilidad del encargado de realizar las inversiones de establecer su forma de financiar con recursos propios (equity) y deuda, toda vez que el municipio no reconocerá tasas superiores al 12,09%.
9. La financiación de la modernización el municipio la puede realizar a través de un crédito bancario, o recursos propios, pero se fundamenta el presente estudio en que los costos y gastos de la prestación del servicio de alumbrado público se realice con un tercero al cual se le remunera su inversión a través del tiempo con los recursos del impuesto de alumbrado público, evitando así que el municipio destine unos recursos que pueden cubrir otros costos y gastos o proyectos del municipio.

9.16 CLASIFICACION DE LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Establece el artículo 9 del decreto 943 de 2018, lo siguiente:

2. Clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público: La clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público, al ser una actividad inherente del servicio de energía eléctrica, se realizará de acuerdo con: i) El tipo de usuario (residencial, industrial, comercial, oficial, u otros); ii) el estrato socioeconómico; iii) su ubicación geográfica (urbano o rural); iv) la tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable a cada tipo de usuario; y v) Valor del impuesto predial, en el caso de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica.

La clasificación de los usuarios será la siguiente:

Usuario residencial; teniendo en cuenta lo siguiente:

- Ubicación geográfica: urbano o rural
- Estrato socioeconómico
- Valor del consumo de energía, antes de impuestos o contribuciones

Usuario no residencial; teniendo en cuenta lo siguiente:

- Ubicación geográfica: urbano o rural
- Tipo de actividad: industrial, comercial, oficial, otro
- Valor del consumo de energía, antes de impuestos o contribuciones

9.17 CONSUMO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELECTRICA DOMICILIARIA

El artículo 9 del decreto 943 de 2018, establece lo siguiente:

3. Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliario: Se considerará el consumo del servicio de energía eléctrica individual y por sectores. Para lo anterior se obtendrá el consumo de energía eléctrica promedio mensual de los últimos tres años por cada tipo de usuario, información que podrá ser consultada en el Sistema Único de Información – SUI administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o directamente solicitada al Comercializador de Energía,

según la clasificación del numeral anterior, y el porcentaje que este consumo representa del consumo total domiciliario del municipio o distrito.

El consumo promedio de los usuarios del servicio de energía eléctrica del municipio para el periodo año 2019-2021 es el siguiente.

Tabla 18. Promedio consumo del servicio de energía eléctrica

Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
Promedio consumo Kw/mes RURAL	521	0	0	0	0	0	521	433.488	0	29.135	0	462.623
Promedio consumo Kw/mes URBANO	10.788.189	9.285.789	5.643.856	1.938.314	1.429.660	520.655	29.606.463	2.845.931	9.987.975	1.677.466	2.827.122	17.338.493

Fuente: SUI

Tabla 19. Promedio usuario de energía

Variable Calculada	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
Promedio Usuarios RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio Usuarios URBANO	40.034	45.515	23.571	5.933	3.419	949	119.421	168	7.867	386	40	8.461

Fuente: SUI

9.18 NIVEL DE COBERTURA, CALIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Establece el artículo 9 del decreto 943 de 2018 lo siguiente:

5. Nivel de cobertura, calidad y eficiencia energética del servicio de alumbrado público: Para la determinación del impuesto de alumbrado público, los concejos municipales y distritales considerarán el establecimiento de metas para los índices de cobertura, calidad y eficiencia del servicio de alumbrado público, de acuerdo con la reglamentación técnica vigente y lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.11 del presente decreto."

A su vez, el artículo 13 del decreto 943 de 2018 expedido por el Ministerio de Minas y Energía, establece:

“1. Expedir los reglamentos técnicos que fijen los requisitos mínimos que deben cumplir los diseños, la instalación y los equipos que se utilicen en la prestación del servicio de alumbrado público, y establecer los indicadores de eficiencia energética, calidad y cobertura, aplicables al servicio de alumbrado público.”

Para el servicio de alumbrado público del municipio, se establece lo siguiente:

- **Índice de cobertura:** Zona urbana en los barrios y vías normalizados con el servicio de energía eléctrica domiciliaria. Centros poblados rurales. El cubrimiento del servicio de alumbrado público dependiendo de los planes de expansión y viabilidad financiera.
- **Calidad y eficiencia del servicio de alumbrado público:** La calidad se medirá sobre el nivel de operación de las luminarias sobre el total de las luminarias instaladas; ahora bien, se debe tener en cuenta que las luminarias apagadas de noche afectan el índice ID y por ende “castiga” la remuneración del operador en el índice de la remuneración del costo máximo por inversión CINV y las luminarias encendidas de día afecta el índice ID y por ende “castiga” la remuneración del operador en el índice de remuneración de Administración, Operación y Mantenimiento CAOM.
- **Plan de expansión:** El municipio estructurara el plan de expansión de forma anual. La expansión vegetativa proyectada en este documento debe ser revisada y ajustada al plan de expansión anualmente y a los diseños fotométricos a realizar.

10 EFICIENCIA ENERGETICA EN EL SISTEMA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

Al instalar luminarias tipo LED en el sistema de alumbrado público, se contaría con una fuente de iluminación más eficiente con relación a las luminarias de tecnología sodio, toda vez que estas generan menos pérdidas y/o consumo de los componentes internos.

Como efecto de la modernización de las luminarias del sistema de alumbrado público del municipio, se presenta una disminución de la potencia instalada (kW) y por ende el consumo de energía eléctrica (kWh-mes), claro está que es necesario aplicar otras estrategias, tales como:

- ✚ Modernización del sistema de alumbrado público con base a los diseños fotométricos, los cuales cumplan en todo a lo establecido en el RETILAP.
- ✚ Equipos con una mayor eficacia Lumen/w, mínimo 130 Lm/w, circular UPME 196 de 2020.
- ✚ Realizar los mantenimientos que se requieran.
- ✚ Contratos de compra de energía ajustados al marco jurídico y regulatorio vigente, y que en lo posible sean a largo plazo.

Para el municipio de Valledupar, se proyecta la modernización y expansión del sistema inicial de alumbrado público, en lo que respecta con luminarias, en un periodo de dos (2) años, y como consecuencia de lo proyectado, se presenta una reducción de potencia y de consumo de energía eléctrica, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 20. Potencia instalada y consumo de energía actual y al finalizar la modernización

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	AÑO 1	AÑO 2
		2.023	2.024
Total Luminarias instaladas	36.163	36.163	38.264
Total Potencia instalada (KW)	5.085	3.342	1.926
Cantidad de horas año	4.320	4.320	4.320
Demanda de energía (KWh-año)	21.967.273	14.437.907	8.318.536
Tarifa KWh	691	691	691
COSTO ENERGÍA AÑO (\$/KWh-AÑO)	15.168.621.983	9.969.518.859	5.744.032.183
Demanda de energía (MWh-año)	21.967	14.438	8.319
Reducción demanda de energía (MWh-año)			13.649
UPME - Resolución No. 382 de 2021			0,594
UPME - Resolución No. 382 de 2021 (tonCO2)			8.107

De los datos anteriores se concluye:

- La potencia instalada actualmente son 5.081,17kW. Con la modernización inicial en el año 2, se proyecta una potencia instalada de 1.926 kW.

Por efectos de la modernización del sistema, se calcula una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de los proyectos aplicables al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), teniendo en cuenta la resolución UPME 382 de 2021¹⁹.

El consumo calculado de energía actual es de 21.967.273 MWh-año, a NT1 y la proyección a la finalización del año 2 cuando se finalice la modernización y la expansión iniciales será 8.318.536 MWh-año.

El ahorro en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es de 21.967 MWh-año * (0,594 tonCO₂/MWh) = 8.107 tonCO₂/MWh-año.

¹⁹ UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO-ENERGÉTICA – UPME. RESOLUCIÓN No. 382 DE 2021 “POR LA CUAL SE ACTUALIZA EL FACTOR DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) Y PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GEI.

11 ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

10.1. Impacto social

El tratamiento de los impactos sociales, ambientales y económicos, se encaminan a realizar un análisis con el cual se determina el impacto de este proyecto a la población y al medio ambiente del municipio.

Visibilidad de peatones y conductores de vehículos

En calles y rutas el área urbana y centros poblados rurales, la tarea principal de los conductores de vehículos es la detección de obstáculos, personas, vehículos; además de disponer de condiciones de visión adecuadas para leer señales, anticipar movimientos y decidir maniobras. Los peatones deben poder percibir señales de tránsito, vehículos y a otras personas.

Contraste: Color

Dos (2) factores importantes para la visibilidad en vías de circulación son el contraste y tamaño de los objetos. El escenario visual principal del conductor de un vehículo es la superficie de la calzada que actúa como telón de fondo sobre el que se observan los objetos. Es por ello, que el objetivo principal del Alumbrado Público es proporcionar suficiente contraste sobre la calzada entre el objeto y el fondo para que sea posible la percepción por un adecuado contraste de color, de luminancia o ambos simultáneamente cuando el tamaño de la tarea visual lo permita. Esta tarea se facilita con iluminación uniforme sobre la calzada y control del deslumbramiento.

Seguridad y alumbrado público

Accidentes de tránsito

La ocurrencia de accidentes en rutas y vías de circulación es el resultado de diversas causas y condiciones. En particular durante la noche la iluminación artificial puede ser mencionada como un factor que contribuye a la disminución de los accidentes de vehículos en circulación, de vehículos con peatones, con elementos del sistema de iluminación o equipamiento vial.

Sin embargo, existen otros factores que pueden contribuir a estos sucesos: educación vial de peatones y conductores de vehículos, características del tránsito, señalización en vías de circulación, aspectos no visuales como fatiga, ingesta de alcohol, edad de conductores, estado de vehículos y rutas.

Seguridad

Una adecuada iluminación incrementa en la población la percepción de seguridad e incentiva el desarrollo de actividades nocturnas. Vías más iluminadas representan mayor circulación de transeúntes lo que a su vez tiene su incidencia en la disminución de actos delictivos.

Cuando se habla de Alumbrado Público, en la mayoría de los casos se habla también de seguridad. Barrios o calles oscuras permiten sin dudas el aumento de las posibilidades de quienes delinquen y ponen en vilo bienes y fundamentalmente la seguridad. La noción de seguridad es también señal de desarrollo y progreso en los municipios.

Paisaje urbano e Iluminación

Apariencia Visual del espacio urbano

Las calles, edificios y espacios públicos modifican su apariencia de acuerdo con la hora y el estado del clima. Durante el día por efecto del alumbrado natural. Durante la noche por la influencia del color, sombras, brillos y niveles lumínicos provistos por luminarias del alumbrado artificial. El impacto en la estética se prolonga durante el día dependiendo de la mayor o menor integración de los sistemas de alumbrado público con el paisaje urbano.

En este tema se entrelazan tres aspectos de la iluminación del espacio exterior de ciudades, (i) la iluminación que ayuda a la circulación y orientación, (ii) la de destaque en edificios y lugares de interés turístico y/o arquitectónico y (iii) la de áreas comerciales.

10.2 Impacto ambiental

Contaminación visual y luminosidad

La regulación y limitación de los efectos sobre la iluminación se pueden alcanzar con un adecuado diseño fotométrico, pero sobre todo con la existencia de normas y legislaciones que definan la calidad de los equipos a utilizar, que protejan el medio ambiente, mejoren la apariencia del Municipio y limiten agresiones visuales a los vecinos y usuarios. Es obligatorio de que todos los elementos utilizados en el sistema de alumbrado público cumplan en todo con los reglamentos técnicos expedidos por el Ministerio de Minas y Energía (RETIE y RETILAP).

Uso eficiente de la energía y contaminación ambiental

La demanda de energía eléctrica destinada al servicio del alumbrado público está estrechamente relacionada a las decisiones que se adopten en los temas antes mencionados. El control de esta demanda no solo se basa en aspectos económicos sino también de impactos que contribuyen a la contaminación ambiental. Al realizar la reposición y repotenciación de luminarias se genera una reducción de la potencia instalada ya que las luminarias utilizadas de sodio de alta presión o las luminarias tipo LED son más eficientes y contemplan la integración de diversos componentes: ópticos, refractores, equipos auxiliares, cerramientos, luminarias. La eficiencia y eficacia de las luminarias no solo se estima en términos de luz emitida por vatio de energía eléctrica consumida sino también en la reproducción de colores de acuerdo con las funciones para las cuales se aplique el alumbrado. La integración del sistema de alumbrado con la vegetación y con el entorno físico de la ciudad es otro aspecto importante.

Para garantizar la planificación integral por parte del Estado, del manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales a fin de garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, conforme a lo dispuesto en el artículo 80 de la Constitución Nacional, los planes ambientales de las entidades territoriales están sujetos a la armonización. El Municipio debe elaborar sus planes, programas y proyectos de desarrollo en lo relacionado con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, con la asesoría y bajo la coordinación de las Corporaciones Autónomas Regionales las cuales deben encargarse de armonizarlos.

Impacto técnico

La contaminación lumínica significa un exceso de iluminación en zonas no deseadas: más allá de los límites que se quieren iluminar o bien enviando luz hacia arriba, perjudicando a vecinos, animales e incluso a la observación del firmamento. Es un sinónimo de baja eficiencia y desaprovechamiento energético.

La contaminación lumínica está provocada por un mal diseño de las fuentes de luz, con intensidades desmesuradas, de forma que se envía al cielo una luz que molesta y es evitable.

12 CAPITULO TECNICO. CARATERIZACION, DISEÑOS Y PERFILES PARA LA MODERNIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR.

12.1. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12.2. REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO.

- a) **Requerimientos de visibilidad.** La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales. Para lo cual se debe tener en cuenta la **confiabilidad de la percepción** y la **comodidad visual**, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido. Así, para cumplir esos requerimientos de luz se debe hacer una cuidadosa selección de la fuente y la luminaria apropiada teniendo en cuenta su desempeño fotométrico, de tal forma que se logre los requerimientos de iluminación con las mejores interdistancias, las menores alturas de montaje y la menor potencia eléctrica de la fuente posible.

- b) **Cantidad y calidad de luz.** Se ha establecido como el objetivo del alumbrado público permitir a los usuarios de la calzada y del andén, circular sobre ellos en las horas de la noche, de manera **segura, cómoda** y a velocidades preestablecidas.

La **seguridad** se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización visual y en general toda la geometría de la vía. Para este efecto, está establecido que el criterio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie de 0,20 m x 0,20 m, con un factor de reflexión de 0,15. Considerando que:

⇒ La seguridad de un peatón se logra si este puede distinguir el obstáculo a una distancia de 10 m o más.

⇒ La seguridad de un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media de 60 km/h, él debe percibir este obstáculo a una distancia hasta 100 m. Para velocidades superiores, esta distancia oscila entre 100 y 200 m.

La noción de seguridad resultante del alumbrado público no es la misma en carretera que en los cascos urbanos. En el primer caso, el alumbrado interesa sobre todo al automovilista que circula a una velocidad relativamente alta sobre una carretera donde los obstáculos fijos o móviles no son muy frecuentes y la iluminación se concentra más en proveer la dirección de circulación a manera de una perfecta guía visual. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo.

Por el contrario, en los cascos urbanos, la circulación es más densa y los obstáculos son generalmente más frecuentes, pero la velocidad de circulación es generalmente menor. De lo anterior, se deduce, que según el objeto que se persiga, la elección del sistema de alumbrado se verá influenciada por la densidad, naturaleza y velocidad de circulación.

Es necesario que el sistema de alumbrado permita ver esos obstáculos y otros vehículos sin riesgo de error o deslumbramiento. Igual hipótesis se plantea para los peatones, aunque su velocidad menor hace que sean menos exigentes las condiciones para ver.

La iluminación calculada, debe comportarse como una guía de visibilidad en la que están comprometidas de una manera conjunta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual.

- c) **Confiabilidad de la percepción.** Los objetos sólo pueden percibirse cuando se tiene un contraste superior al mínimo requerido por el ojo. Este valor depende del ángulo con el que se vea (afecta la cantidad de superficie aparente en la fórmula de luminancia) y de la distribución de la luminancia en el campo visual del observador (fondo para el contraste). Además, este valor define el tiempo de adaptación del ojo en dicha situación.

La iluminación deberá perseguir dos elementos: el primero es proporcionar un elevado nivel de luminancia en el fondo, interpretado como la necesidad de proveer una Luminancia promedio elevada.

El segundo elemento es un bajo nivel de luminancia para el obstáculo, que generalmente tiene un bajo coeficiente de reflexión, pero que está fuera del control del diseñador.

Un tercer elemento es mantener un limitado deslumbramiento desde las fuentes de luz o luminancia de velo. (Se interpreta como proveer una Lvelo baja).

Es necesario definir y entender claramente el concepto del cálculo de la luminancia promedio mantenida. Además, no basta aplicar la simple fórmula matemática para obtener el promedio que pudiera resultar elevado debido a unos pocos puntos de gran valor y otros muy bajos, sino que es necesario que los puntos calculados, para obtener el promedio, mantengan una dispersión baja de modo que los puntos de la calzada con mínima luminancia no afecten la percepción por disminución de la luminancia de fondo. Esto se logra controlando el valor de la uniformidad general de luminancia (U_0).

La confiabilidad de la percepción se ve comprometida igualmente y de manera directa, con mayores niveles de deslumbramiento fisiológico. Por consiguiente, para restringir el efecto molesto del deslumbramiento, hay que especificar un límite máximo al valor para el incremento del umbral TI.

d) Comodidad visual: El ambiente visual de un conductor está constituido principalmente por la visión de la calzada al frente del volante y en menor grado por el resto de su campo visual, que puede llegar a tener información para el conductor, como las señales de tránsito. La comodidad visual es una importante característica que redundante en la seguridad del tráfico vehicular. La falta de comodidad se traducirá en una falta de concentración por parte de los conductores que reducirá la velocidad de reacción debido al cansancio que se producirá en sus ojos.

El grado de comodidad visual proporcionado por una instalación de alumbrado público será mejor si el ojo del conductor tiene mejores niveles de adaptación. Ello implica elevar la Luminancia promedio L_{prom} sobre la vía, así como controlar la dispersión de los valores que componen dicho promedio. Para asegurar el control en la dispersión de los datos, se utiliza el concepto de Uniformidad longitudinal de luminancia UL. Un bajo nivel de uniformidad longitudinal se traducirá en la aparición del efecto cebra sobre la vía, causante de la fatiga visual del conductor.

El efecto cebra toma su nombre en la apariencia que toma la vía cuando tiene un bajo valor de uniformidad longitudinal: como aparecen sectores transversales a la vía bien iluminados seguidos de otros con poca iluminación, la vía toma la apariencia de la piel de una cebra.

En la comodidad visual del conductor se encuentra comprometida la luminancia ofrecida por la instalación de alumbrado público, su uniformidad, su nivel de iluminancia, el grado de deslumbramiento, así como la disposición y naturaleza de las fuentes luminosas utilizadas. Una instalación urbana necesita mayores niveles de comodidad visual a fin de reducir la tensión nerviosa de los conductores y con ello sus efectos sobre el comportamiento en la vía. Por ello, la instalación de alumbrado debe considerar la iluminación de aceras y fachadas y de esa manera crear un ambiente más agradable.

Todo esto, sin generar deslumbramiento y manteniendo la estética de la instalación, que, al fin de cuentas, la hace más agradable.

Una instalación de iluminación en carreteras debe asegurar una continuidad óptica sobre el carril de circulación y sobre la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad por la velocidad de circulación.

Se deben tener en cuenta tres variables al considerar la selección o diseño de una instalación de alumbrado público: la velocidad de circulación, la frecuencia y naturaleza de los obstáculos a ver y el tipo de usuarios de la vía.

En principio, vías que responden de la misma manera a los criterios anteriores, se iluminan de la misma manera. Por consiguiente, se pueden agrupar las vías en varios conjuntos que respondan a un mismo tipo de iluminación. Esta agrupación permite generar instructivos sobre la forma típica de iluminar, de modo que se contemplen todos los problemas que resulten al menos desde el punto de vista lumínico.

- e) **Relación de alrededores.** Una de las metas principales en iluminación de vías es crear una superficie clara sobre la vía contra la cual pueden verse los objetos. Ahora, cuando los objetos son elevados y están sobre la vía, su parte superior se ve contra los alrededores. Igual sucede si los objetos están justo en el borde de la vía y en las secciones curvas del camino.

En estos casos el contraste podría llegar a ser insuficiente para una percepción segura en el tiempo requerido por el conductor, si no se controla la iluminancia promedio de los alrededores. (Véase la recomendación CIE 136 y 140 de 2.000).

En consecuencia, controlar la iluminancia de los alrededores ayuda al conductor a percibir más fácilmente el entorno y le ayuda a efectuar, de manera segura, las maniobras que necesite. Controlar la relación SR permite entonces, mantener las condiciones adecuadas de contraste de objetos al borde de la vía. Por otra parte, esta iluminación beneficia a los peatones, cuando existan a los lados de la vía andenes transitables por éstos.

- f) **Evaluación económica y financiera:** Todos los proyectos de alumbrado público deberán hacer una evaluación económica y financiera donde se incluyan no sólo los costos de inversión, sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público. Se debe considerar tanto el costo inicial como los de operación y mantenimiento asociados, así como el valor de reposición al final de la vida útil del proyecto. Los costos energéticos, son relevantes al definir cargas operativas.
- g) **Uso Racional y Eficiente de la energía.** Un proyecto de alumbrado público debe aplicar requisitos relacionados con el URE: Los sistemas de alumbrado público diseñados deben cumplir simultáneamente con los requisitos fotométricos y no deben exceder los valores máximos de densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) establecidos en el presente reglamento.
- h) **Condiciones ambientales de la localidad.** Un proyecto de iluminación exterior o de alumbrado público debe ser adecuado a las condiciones ambientales de la localidad, así como las condiciones

particulares del medio especialmente la presencia de agentes corrosivos, las condiciones ambientales y las facilidades de mantenimiento deben determinar las características de hermeticidad y protección contra corrosión o ensuciamiento que necesitarán las luminarias, en particular su conjunto óptico, aspectos que se deben reflejar el diseño.

- i) **Requerimientos de las normas de mobiliario urbano.** Otro factor a considerar en los proyectos de iluminación es la reglamentación sobre mobiliario urbano, por lo que se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector.

En Plazas públicas, fachadas, vías con destinación histórica o turística definidas, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución concordantes. Así mismo, es importante el uso típico de la vía, peatonal, ciclo-ruta o para vehículos automotores. Para cada caso hay distribuciones y equipos que mejoran el impacto visual de la instalación.

12.3. CLASIFICACIÓN DE VÍAS, MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS PERFILES VIALES DEL MUNICIPIO.

Teniendo en cuenta las definiciones, parámetros, y conceptos establecidos en la norma Técnica RETILAP, SECCIÓN 510 CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL ALUMBRADO PÚBLICO, a continuación, se define lo siguiente:

12.3.1. Vías Vehiculares.

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías, siendo las principales: la velocidad de circulación y el número de vehículos. Toda vía caracterizada con estas dos variables se les asignará un tipo de iluminación conforme a la siguiente Tabla 1.

Tabla 21. Clases de iluminación para vías vehiculares

Clase de iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

Otros factores a tener en cuenta son la complejidad de la circulación, controles del tráfico tipos de usuarios de las vías y existencia de separadores. En tal sentido y por criterios de uso racional y eficiente de energía, una vía podrá disponer, en ciertas horas, de un alumbrado con clasificación inferior a la resultante de la aplicación de la Tabla 1, utilizando la Tabla 2.

En el mismo sentido y de conformidad de las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente. Las condiciones para disponer de dos clases de iluminación en una vía o su cambio como criterio inicial de diseño se establecen en la Tabla 2. Adaptada de la tabla 1 de la NTC 900.

Tabla 22. Variación en las clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control de tráfico.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación⁽¹⁾:	
Alta T>1000(Veh./h)	M1
Media 500< T<1000 (Veh. /h)	M2
Baja T< 500 (Veh. /h)	M3
Vías de extra alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico⁽²⁾ y separación⁽³⁾ de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M1
Suficiente	M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M2
Bueno	M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M4
Bueno	M5

12.3.2. Vías Para Tráfico Peatonal y Ciclistas.

La iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías. En la Tabla 3 se presentan las siete clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales.

Tabla 23. Clases de iluminación para vías en áreas peatonales y de ciclistas

DESCRIPCIÓN DE LA CALZADA	CLASE DE ILUMINACIÓN
Vías de muy elevado prestigio urbano	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. <i>Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.</i>	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. <i>Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente</i>	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias	P7

Las clases de alumbrado establecidas en la Tabla 3., consideran las necesidades asociadas a toda la superficie utilizada, es decir, la superficie de la acera y de la calzada, en caso que exista.

Cuando se haya establecido que en determinadas zonas se ha incrementado o se pueda incrementar la criminalidad o resulte necesaria la identificación de las personas, objetos u obstáculos, la clase de iluminación podrá ser uno o dos grados superior a la resultante de aplicar la tabla.

12.3.3. Requisitos de Iluminación Mantenidos para Vías Vehiculares.

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá 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 4., para luminancia, cuando este es el criterio aplicado. Los valores son para piso seco.

Tabla 24. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada.

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m^2) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_0 Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2,0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

Se podrán hacer diseños con base en criterio de iluminancia para las vías consideradas en la tabla 5.

Tabla 25. Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas.

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la Iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} / E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

En áreas críticas que pertenezcan a vías vehiculares se deberán aplicar los criterios y clases de iluminación según la tabla 6.

Tabla 26. Clases de iluminación en áreas críticas de vías vehiculares.

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) según clase de la vía a la que pertenece (M)
Pasos subterráneos	C(N) = M(N)
Intersecciones, cruces, rampas, puentes, entradas a divergencias o convergencias, áreas con ancho de carriles restringidos	C(N) si M(N)
Cruces ferroviarios	Simples C(N) si M(N) Complejos C(N-1) si M(N)
Glorietas sin señalización	Grandes C1 Medianas C2 Pequeñas C3
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, entre otros)	Grandes C1 Medianas C3 Pequeñas C5
TÚNELES	seguir recomendaciones de la norma CIE 88

Es necesario resaltar que los valores anteriores se calculan para condiciones estables de funcionamiento a través del tiempo de vigencia del proyecto, con excepción del TI que solamente se calcula y verifica para la condición inicial del proyecto.

Es por tanto necesario considerar en el diseño de iluminación los factores de depreciación luminosa incidentes en los parámetros anteriores, los cuales se condensan en un solo resultado final conocido como el Factor de Mantenimiento (FM).

12.3.4. Guías de Visibilidad en Vías de Velocidades Elevadas.

En las carreteras, donde se circula a velocidades elevadas, generalmente superiores a los 60 km/h la iluminación a plantear se concentra más en proveer la dirección del camino a manera de guía visual, que en proporcionar una gran cantidad de luz sobre la calzada. Debe resolver de manera secundaria el problema de ver obstáculos fijos o móviles que aparecen eventualmente. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo (el obstáculo se ve más oscuro que el fondo).

Al utilizar adecuadas guías visuales en la vía se pueden reducir sus niveles de iluminación, sin disminuir la seguridad, lográndose con ello un uso racional de la energía. Las guías de visibilidad resultan muy útiles en el delineamiento de la vía para seguridad del conductor en particular cuando se trata de vías periféricas, vías en zonas de alta contaminación atmosférica o con presencia permanente de neblina. El diseñador del alumbrado público puede contar en la actualidad con modelos de distribución en perspectiva (modelos 3D estandarizados) para garantizar que el observador no confundirá la vía aún en trayectos donde las curvas de nivel del terreno propicien tal confusión.

Las guías de visibilidad realizadas con el diseño de iluminación son una parte de las guías visuales totales. Para ello, la vía debe contener señales continuas, generalmente en pintura directa sobre la

vía, que definen el límite entre la vía y la berma del camino, otras líneas para diferenciar los carriles, igualmente una doble línea para separar las calzadas en dirección contraria. Estas guías se tornan continuas en los tramos curvos y cambia de color (por ejemplo, de blanco a amarillo) en los tramos donde la vía ofrece algún riesgo adicional.

Hay en la actualidad muchos otros elementos constitutivos de las guías de visibilidad de las carreteras o vías donde los alrededores no están iluminados y se encuentran referenciados en el Manual de Señalización Vial de INVIAS. Muchas de ellas son en pinturas claras o reflectivas, en alto relieve o en colores de alto contraste (amarillo y negro). El Manual de Señalización Vial de INVIAS establece señalización vertical, señalización horizontal y señales de guía, delineadores de piso, especificación técnica de construcción de señales, capta faros (ojos de gato).

12.4. LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS.

Al iniciar un diseño de iluminación es necesario conocer las disposiciones que tiene el municipio que, para los diferentes operadores de servicios públicos, en cuanto a la localización de los postes y redes de energía, así como la red de alumbrado público, respecto al costado donde deben colocarse en la malla vial local, y si existe alguna restricción para la colocación de los postes exclusivos de alumbrado público en la malla arterial tanto principal como complementaria.

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía (W), con los requerimientos lumínicos de la vía, con la altura de montaje (H) de las luminarias, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deberán cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc.

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 localización de los postes de alumbrado (S) 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.).

Las interdistancias sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, interferencia con redes de servicios públicos existentes y que su modificación resulte demasiado onerosa comparada con el sobre costo que representa el incremento del servicio de alumbrado público, etc.

Se debe buscar obtener interdistancias más elevadas mediante la utilización secuencial de las siguientes alternativas:

- a. Escoger la luminaria más apropiada.
- b. calibrar el reglaje de la luminaria para aumentar su dispersión.
- c. Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0° hasta 20°).
- d. Utilizar brazos con mayor longitud y por tanto de mayor alcance.
- e. Aumentar la longitud del brazo para que el avance de la luminaria sobre la calzada sea mayor.

12.4.1. Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación.

Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador deberá aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación, podrá tener en cuenta la recomendación de la siguiente tabla tomada de la NTC 900.

Tabla 27 . Recomendación para disposición de luminarias.

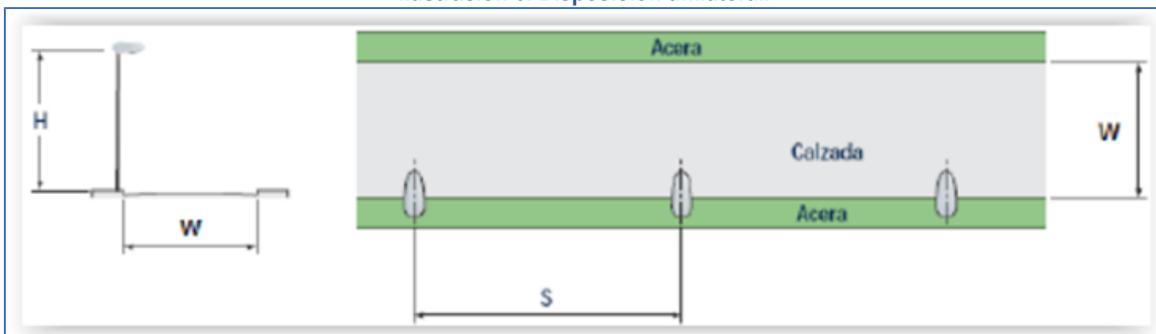
Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación S/H	Disposición de las luminarias	
			Criterio	Disposición
M1	12 - 14	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M2	10 - 12	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M3	8,5 - 10	3,5 - 4	Ancho de la calzada menor	Unilateral
M4	7 - 9	3,5 - 4	Unilateral	
M5	6	3,5 - 4	A criterio del diseñador	

Postes exclusivos de alumbrado público de doble propósito. Debido a la disposición multipropósito de algunos proyectos en los que se contemplan vías especiales para el tráfico de vehículos, así como las vías peatonales y las ciclo-rutas, es necesario minimizar el uso de postes y apoyos para el alumbrado público. Por un lado, sirve para iluminar la calzada vehicular y, por otro lado, a igual o menor altura, sirven para colocar las luminarias del andén peatonal o la ciclo-ruta.

12.4.2. Disposición unilateral.

Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos para las alturas de montaje, Interdistancia y menor potencia eléctrica requerida.

Ilustración 6. Disposición unilateral.

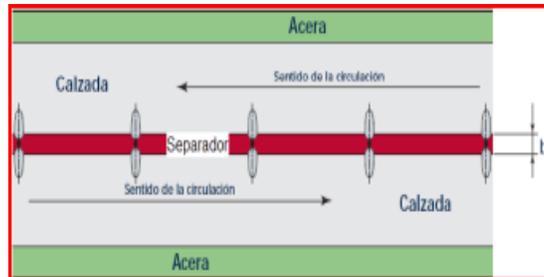


Diseños por encima de 20° de elevación no son recomendables porque pueden terminar iluminando las fachadas del frente y generando polución luminosa).

Central doble:

Donde los carriles de circulación en una dirección y otra se encuentran separados por un pequeño separador que no debe ser 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. Esta manera de agrupar las luminarias se denomina central sencilla.

Ilustración 7. Disposición central doble

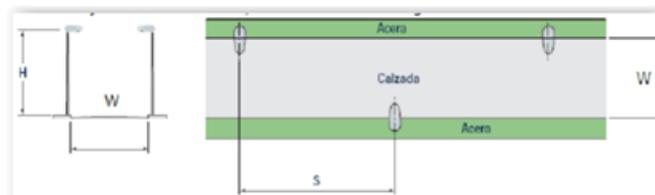


Bilateral alternada:

Cuando la vía presenta un ancho W superior a la altura de montaje hm de las luminarias ($1.0 < (W/hm) < 1,50$), se recomienda utilizar luminarias clasificadas como Tipo II de la IESNA ó de dispersión media en el modelo de la CIE. Es claro que la anterior frase no obliga al diseñador a utilizar luminarias Tipo II de manera exclusiva, pues la presente norma es del tipo de resultados y no de materiales a utilizar en un diseño.

También es conveniente utilizar la disposición bilateral alternada en zonas comerciales o de alta afluencia de personas en la noche, para iluminar las aceras y las fachadas de las edificaciones frente a la calzada y crear de esta manera, un ambiente luminoso agradable.

Ilustración 8. Disposición bilateral alternada



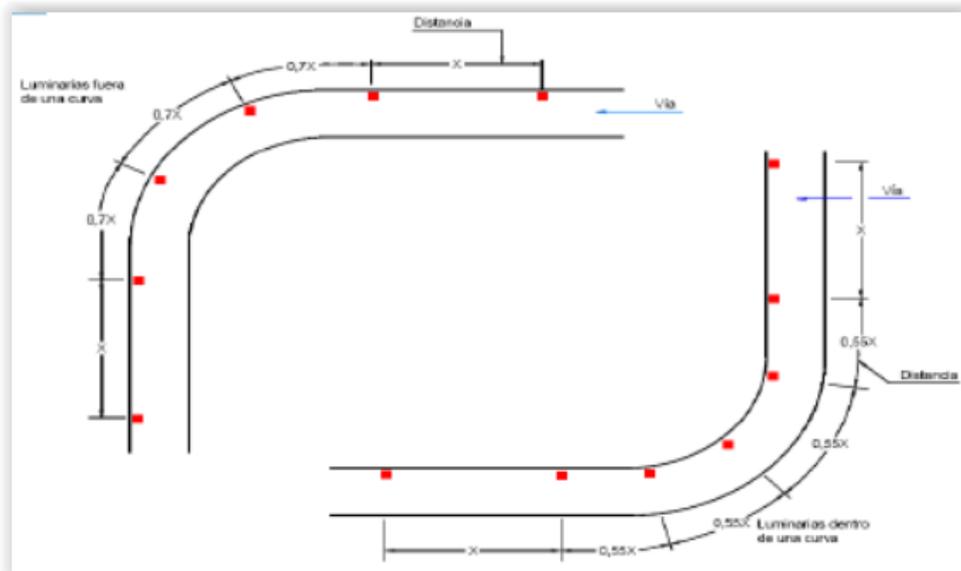
12. CASOS ESPECIALES DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS.

En sitios críticos como bifurcaciones, curvas, cruces a nivel etc. Se debe reforzar la iluminación y 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 recomendaciones que se dan a continuación no constituyen una solución definitiva para cada caso particular.

- a) **Disposición en curvas.** El trabajo visual del conductor en las curvas se aumenta, por lo que en curvas leves (entre 0° y 30°) se debe reducir la interdistancia básica a $0,90S$ en el trayecto de entrada o salida de la curva (normalmente comprende 100 a 200 m para velocidades de circulación de 60 ó 75 km/h respectivamente) y a $0,75S$ en el trayecto mismo de la curva (donde se ha trazado la vía con un radio dado).

Ilustración 9. Disposición de luminarias en trayectos curvos



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 inferior a 300 m) la interdistancias se reduce hasta $0,70S$, cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva.

Si se encuentran en la acera inferior, esta reducción va hasta $0,55S$. La disposición de las luminarias debe ser preferencialmente en el andén exterior de las curvas, con el fin de mantener una guía visual

más estable, se deben usar distribuciones de luminarias del tipo unilateral ó bilateral opuesta. Así mismo, se debe evitar el uso de la distribución bilateral alternada, porque puede causar confusión respecto a la forma del camino.

En este caso, la iluminación debe prestar una eficiente labor de señalización vial.

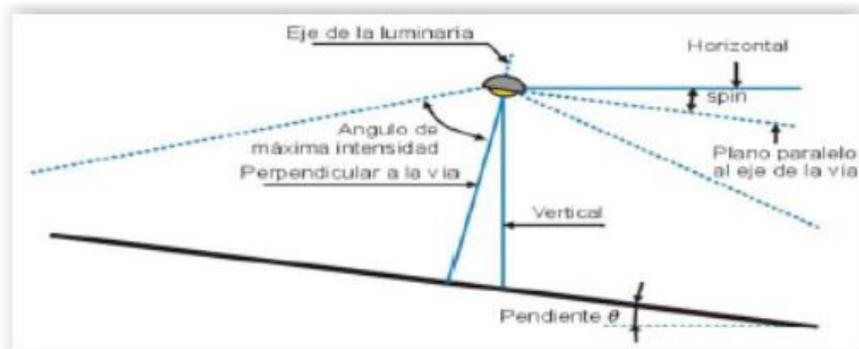
Otra distribución que debe evitarse es cambiar el sentido de la distribución unilateral al entrar a una curva y dejar luminarias justo al frente de la prolongación de la vía. Esto retarda la percepción de la curva por parte del conductor y aumenta la posibilidad de un accidente.

- b) Disposición en calzadas con pendiente.** Cuando las luminarias están localizadas en calzadas en pendiente, se recomienda 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 θ . 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 en pendiente se aumenta. Se considera que una calzada está en pendiente, como para variar las condiciones de iluminación, cuando ésta excede los 3° por debajo de este valor, se considera la iluminación como un trayecto plano.

Al igual que en los trayectos curvos, los primeros 100 ó 200 m (dependiendo de la velocidad de circulación) al entrar a una sección de la calzada en pendiente, el diseñador debe reducir la Interdistancia a $0,90S$. En la cima, unos 100 ó 200 m antes y después, dependiendo de la velocidad de circulación, la Interdistancia se reduce paulatinamente hasta llegar a $0,70 S$.

Ilustración 10. Disposición de luminarias en calzada con pendiente



Los postes, en estos trayectos en pendiente, deberán 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.

USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO.

Los diseños de alumbrado público deben tener presente el uso racional y eficiente de energía, por lo que se hace exigible la aplicación del concepto de densidad de potencia eléctrica, para lo cual se requiere del uso de fuentes de alta eficacia lumínica y luminarias de la mayor eficiencia.

MÁXIMA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO DE VÍAS.

Las vías con excepción de túneles, para velocidades inferiores a 60Km/h, es decir aquellas diseñadas con el criterio de iluminancia no deben exceder los valores máximos de Densidad de Potencia para Alumbrado de vías (DPEA) establecidos en la tabla 510.6.1 determinados con base en el valor de iluminancia promedio mantenida y el ancho de calzada correspondiente. Los valores no se deben exceder en el diseño ni posteriormente en la operación del sistema de alumbrado público.

Métodos de cálculo.

La determinación de la DPEA se calcula a partir de la carga total conectada para alumbrado y del área total por iluminar, de acuerdo a la metodología indicada a continuación:

$$\text{DPEA} = (\text{Carga total conectada para alumbrado}) / (\text{Área total iluminada})$$

Donde la DPEA está expresada en W/m², la carga total conectada para alumbrado está expresada en vatios y el área total iluminada está expresada en metros cuadrados.

En el cálculo no se deben incluir las áreas destinadas a aceras o similares si en diseño no los contempla como área objeto de iluminación.

Ilustración 11. valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para vías vehiculares (W/m²). Adaptación de la Norma Oficial Mexicana NOM-13-ENER-2004 (Reglamento Técnico).

Nivel mantenido de iluminancia promedio lux (lx)	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m ²) según ancho de la calzada (m)				
	< 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

Para las vías diseñadas con el criterio de luminancia, es decir aquellas para velocidades superiores a 60 Km/h , la máxima densidad de potencia la podrán sustituir por el criterio del Energy Eficiencia Ratio cuya fórmula es:

$$EER= P / [L \times S]$$

P= potencia en W.

L= Luminancia mantenida. en Cd/m²

S= Área en m²

En esta condición el máximo valor de EER aceptado será 0,8. W/cd adoptado de Green Light Label.

Los valores para cálculo serán tomados de la información suministrada por el fabricante bien sea de protocolos de prueba o de ficha técnica. Tal información deberá corresponder con los equipos especificados por el diseñador para ser instalados en el proyecto particular, así como de los planos de

distribución de luminarias. La verificación real se realizará con base en los equipos, distribución de luminarias y áreas iluminadas. En el cálculo se deberá incluir las pérdidas asociadas al conjunto eléctrico de la luminaria, si esta lo requiere para su normal funcionamiento.

La vigilancia del cumplimiento de los valores permitidos de DPEA corresponderá a la interventoría y en el caso que aplique será verificado por el Organismo de Inspección.

En los sistemas de iluminación para vías a las cuales se les asignen las clases de iluminación P1 a P6, así como las clases C0 a C5, la eficacia mínima de las bombillas (fuentes luminosas) usadas no podrá ser inferior a 70 lm/W.

COEXISTENCIA DE LAS LUMINARIAS CON LOS ÁRBOLES EN LAS VÍAS.

La arborización en el casco urbano de un municipio debe estar sometida, como todo lo público, a unas normas regulatorias que faciliten la coexistencia con la red eléctrica aérea o subterránea, los andenes, la iluminación y demás elementos del mobiliario urbano.

Se deben evitar especies como el ficus, los cauchos y ceibas, mientras se recomienda plantar árboles de follaje liviano, lo cual se hace separando el punto de siembra al menos 1,5 m de la proyección que da la red aérea sobre el piso.

Para lograr una coordinación entre la arborización y la iluminación pública es necesario, en algunos casos, efectuar desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como la altura de montaje, interdistancias, disposición de las luminarias o su brazo de montaje. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada.

Debe tenerse en cuenta que no es necesario podar los árboles mas allá de las ramas que interfieran con el haz luminoso útil figura 6, ya que el follaje restante permite mejorar el apantallamiento de la instalación y por ende, mejora la visibilidad de obstáculos por efecto silueta. En todos los casos, es mejor planear desde el momento de iniciar el diseño de la calzada los sitios para las redes de servicios públicos, tanto aéreos como subterráneos. Si una luminaria debe cambiar su interdistancias en un 10%, esto no afectará la calidad de la iluminación de manera apreciable. Incluso si se trata de una sola luminaria, es aceptable hasta un 20% de desviación. El parámetro principal a cambiar, por efectos de la arborización, es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende del brazo. De esta manera, se garantiza la efectividad y apariencia de la instalación de alumbrado.

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

Ilustración 12. Separación mínima entre árboles y los postes con las luminarias de alumbrado público, para evitar sombras sobre la vía.

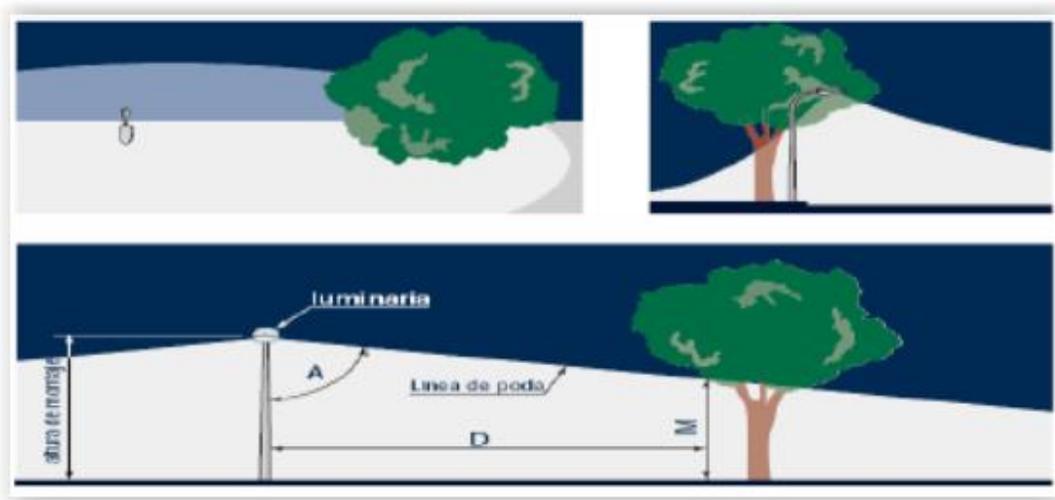


Ilustración 13. Imágenes de algunas de las vías en el municipio de Valledupar



Es necesario coordinar entre los diferentes entes municipales un plan de integral poda previo a la modernización, para garantizar que los trabajos de instalación no sean afectado por este aspecto y así mismo no afectar las especies que mejor se adaptan y no riñan con el principal objetivo del alumbrado público que está orientado a la seguridad de las personas ya sean peatones o que se movilicen en vehículos.

CRITERIOS DE DISEÑO.

En los diseños fotométricos de los proyectos de alumbrado público, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y conceptos generales, según se aplique:

- a) Se debe realizar el levantamiento de la infraestructura de alumbrado público existente (postes, luminarias, canalizaciones, transformadores, etc.), con el fin de determinar su continuidad, su retiro parcial o total, su reubicación o modificación, así como de integrarla con el nuevo proyecto para evitar la duplicidad de infraestructura de alumbrado público. Al efecto, se deberá evaluar la influencia de la iluminación existente que permanezca y la infraestructura aprovechable. En los casos de retiro, se deben relacionar las cantidades en las memorias del proyecto y en los planos definitivos, la identificación (rótulo) de cada luminaria que se eliminará o se reubicará. Esta información se debe consignar también en las actas de entrega de obra.
- b) En los casos en que se considere necesario alterar o restringir los parámetros para el diseño fotométrico (potencias de luminarias, niveles de iluminancia/luminancia, alturas de montaje de luminarias, condiciones especiales en el espacio público y su amoblamiento, modulación arquitectónica, accidentes geográficos, restricciones por la interferencia con líneas eléctricas de alta tensión, canales, ductos de servicio público, edificaciones, puentes, entradas vehiculares a supermercados, parqueaderos, estaciones de servicio, etc.), el diseñador debe registrar en el proyecto de tales situaciones.
- c) El diseño fotométrico debe concatenarse con los diseños de espacio público, de urbanismo y paisajismo, haciendo claridad en que la calidad y la cantidad de la iluminación deben prevalecer, pero manteniendo armonía con la modulación del espacio público y la ubicación del mobiliario urbano.
- d) En lo posible y dependiendo de la magnitud de la obra, se debe disponer como mínimo de tres alternativas de diseños fotométricos utilizando luminarias certificadas de diferentes marcas. Los planos de los diseños fotométricos deben entregarse debidamente identificados y avalados por el responsable de su elaboración.

Con el propósito de garantizar el manejo de intersecciones y transiciones en los cambios de perfil, no se deberá aceptar la presentación de los proyectos fotométricos en tramos o perfiles típicos, sino que se deben desarrollar en su totalidad, permitiendo reflejar las cantidades de obra del proyecto.

Los cálculos fotométricos se deberán realizar para cada tipo de perfil de vía y en las zonas críticas.

En caso de presentarse modificaciones posteriores, se deberá indicar la versión y la fecha de actualización.

- e) Como resultado del diseño fotométrico, se debe especificar en forma escrita en las memorias de cálculo y gráficamente sobre los planos de diseño fotométrico lo siguiente: la altura de

montaje, perfil de la vía (ancho de andenes, calzadas, ciclo rutas, etc.), interdistancias, inclinación, posición de bombilla y avance de la luminaria.

Se debe dar claridad en lo que respecta al ángulo de inclinación del conjunto brazo-luminaria (conjunto óptico) y su avance total. Así mismo, anexas la matriz de intensidades certificada con la cual se realizan los cálculos, se debe indicar la posición (reglaje) de la bombilla a la cual corresponden. La información antes descrita de los estudios y diseños fotométricos de la alternativa seleccionada debe consignarse también en los planos eléctricos. Toda la anterior documentación se deberá usar en las labores de construcción, interventoría e inspección por parte de los organismos acreditados.

- f) Las zonas peatonales deben iluminarse en lo posible con las mismas luminarias que iluminan las vías. La utilización del sistema doble propósito o doble luminaria para la iluminación de calzadas y de manera simultánea ciclo rutas, andenes y demás áreas peatonales, se debe aplicar sólo cuando los niveles calculados obtenidos por la influencia de las luminarias dispuestas para la calzada no sean suficientes, lo cual deberá demostrarse y soportarse con cálculos fotométricos o con mediciones de campo. Así mismo, no se deberán proyectar luminarias hacia los andenes en sistema doble o doble propósito, cuando éstos sean de ancho igual o inferior a 3 m o se presente interferencia con edificaciones, árboles, etc.
- g) Cuando exista o se proyecten vías con separadores con un ancho mayor o igual a 1,5 metros, deberá darse prioridad al diseño con disposición central doble, sin detrimento de la cantidad y la calidad de la iluminación de las áreas peatonales, ciclo rutas y demás áreas en los andenes, garantizando el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad de los postes al sardinel, que debe ser de 0,6 m.

En los separadores se deberán utilizar postes con doble luminaria a menos que el ancho del separador sea mayor de 4 m u otros factores debidamente justificados obliguen a la instalación de doble fila de postes con luminarias sencillas.

- h) En lo referente a la proyección de arborización o coexistencia con árboles, deben considerarse distancias mínimas a los postes de alumbrado público, dependiendo del porte de los árboles proyectados o existentes, con el fin de evitar la interferencia futura del follaje con la distribución del flujo luminoso.
- i) En las intersecciones viales grandes y complejas como glorietas y puentes vehiculares a diferentes niveles, o en plazas y otras áreas de gran extensión, se deberá considerar la conveniencia de instalar luminarias o proyectores para fuentes de sodio de alta presión y potencias grandes, en postes de 16 m a 27 m para lograr una iluminación general, y comparar con alternativas que usen postes de menor altura y fuentes de menor potencia con instalación localizada o puntual. Para estos efectos, es importante verificar todos los aspectos: técnicos, arquitectos, sociales y económicos (costos iniciales, de operación: mantenimiento y consumo de energía y de reposición), sin desconocer aspectos prácticos como las facilidades de acceso al mantenimiento periódico (sustitución de componentes, limpieza del compartimiento óptico, pintura, etc.) y la confiabilidad del sistema seleccionado.

- j) Para poder tener referentes de comparación entre las distintas propuestas, el diseñador debe realizar la evaluación y comparación técnica y económica para una vida útil de 30 años, comparando al menos tres alternativas de los equipos de iluminación.
- k) Para la comparación el diseñador debe establecer las cantidades definitivas totales de obra civil (cajas de inspección, canalizaciones, etc.) y eléctrica (postes, bombillas, luminarias, conductores, empalmes, etc.) asociadas exclusivamente al proyecto de alumbrado público, tomando precios de referencia establecidos por la CREG en la metodología de costos máximos del servicio de alumbrado público o los del mercado cuando estos sean menores.

El valor de las luminarias deberá corresponder con el precio ofertado y las consideraciones sobre ajuste si existen para el periodo de evaluación, y estará soportado con el compromiso de suministro por parte del comercializador o fabricante.

Además de los costos iniciales de materiales, equipos y mano de obra, la evaluación debe contemplar los costos anuales de operación (mantenimiento y consumo de energía eléctrica, incluyendo las pérdidas) y el valor de salvamento de la infraestructura en el horizonte analizado.

Para efectos de trazabilidad del proyecto se deberá dejar memoria, sobre las reuniones de carácter interinstitucional realizadas para definir criterios y lineamientos específicos para los estudios y diseños fotométricos.

Los proyectos Tipo A y Tipo B, pueden presentar una sola alternativa, la cual no podrá contener costos por encima de los valores determinados en la metodología expedida por la CREG.

TOPOLOGÍA DE LA RED ELÉCTRICA.

Los circuitos de baja tensión dedicados exclusivamente al alumbrado público, como en avenidas, parques y grandes áreas deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Alimentarse con transformadores exclusivos.
- b) Los transformadores alimentados de redes trifásicas deben tener salida secundaria del tipo trifásico tetrafilar de 380/220 V
- c) Para sistemas de redes primarias monofásicas deben tener salida secundaria del tipo monofásicos trifilar 480/240 V.
- d) Deben ser potencias estandarizadas de transformadores que faciliten su adquisición y cada transformador de uso exclusivo de alumbrado público no debe ser mayor a 75 KVA,
- e) Transformadores de potencias mayores a 5 KVA deben llevar asociado un equipo de medida, que permita tener control real de la energía consumida en el alumbrado público.
- f) En sectores residenciales y pequeños comercios, la red eléctrica de distribución en baja tensión podrá ser compartida con las instalaciones de alumbrado público y la tensión de alimentación será la tensión fase nominal de la red (usualmente 208 V).

- g) En los circuitos de iluminación compartidos con redes de uso general, se puede usar la tensión propia de la red 208/120 ó 220/127 Voltios, o monofásico 240-120 voltios.
- h) En estos casos los Operadores de Red deben considerar, en sus normas de construcción condiciones especiales de las estructuras de soporte de la red, como la separación, características mecánicas para soporte de cables, brazos, luminarias y demás herrajes, distancias de seguridad.
En las interdistancias (vanos de los cables de las redes eléctricas, se debe dar cumplimiento a los parámetros de iluminación de la vía, con los niveles de iluminancia mínimos promedio mantenidos y coeficientes de uniformidad exigidos en el presente reglamento.
- i) Los Operadores de Red en sus normas de construcción de redes en vías intermedias y locales, con clases de iluminación M3, M4 y M5, deben contemplar la localización de estructuras con base en estudios fotométricos, usando la información de luminarias certificadas con bombillas de las potencias usualmente utilizadas y eficacias lumínicas no menores a las establecidas en el presente reglamento. El estudio debe comparar la información certificada de por lo menos tres tipos de luminarias. La separación de estructuras seleccionada debe ser la de la alternativa más económica en la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta los criterios definidos en el presente reglamento. La ubicación definitiva de la estructura no debe estar por fuera de la interdistancias óptima en más o menos el 15%.
- j) Las autoridades municipales, como responsables del servicio de alumbrado público, manejo del espacio público y responsables primarios de la prestación del servicio público de energía deben exigir el cumplimiento de esta normatividad de separación máxima de los postes en la construcción de las nuevas redes eléctricas de uso general, en los cascos urbanos y podrán exigir la modificación de las mismas en el caso de incumplimiento.
- k) La característica de diseño como circuito aéreo o subterráneo dependerá básicamente de las disposiciones de ordenamiento municipal, las cuales deben ser atendidas por quienes desarrollen los proyectos de alumbrado público.

ILUMINACIÓN DE OTRAS ÁREAS DEL ESPACIO PÚBLICO.

El Decreto 1504 de 1998 de manejo del Espacio público en los planes de ordenamiento territorial, contempla otros elementos constitutivos del espacio público tales como: Áreas para la conservación y preservación de las obras de interés público y los elementos urbanísticos, arquitectónicos, históricos, culturales, recreativos, artísticos y arqueológicos; las cuales pueden ser monumentos nacionales, murales, esculturas, fuentes ornamentales, escenarios deportivos, escenarios culturales y de espectáculos al aire libre, túneles, etc.

No todos los espacios públicos, definidos en el Decreto 1504 de 1998 reglamentario de la Ley 388 de 1997, están contemplados para ser iluminados con cargo al servicio de alumbrado público; pero esto no implica que no necesitan ser iluminados. El servicio de alumbrado público está reglamentado en el Decreto 2424 de julio 18 de 2006.

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

La contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno.

Igualmente se tiene contaminación luminosa al iluminar espacios que no se requieren iluminar. La contaminación lumínica es producto de un diseño o montaje inadecuado; por lo que la solución se debe dar desde la etapa de diseño de los proyectos.

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

Debe distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de las fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz artificial. En este último caso, tienen que considerarse las emisiones directas hacia arriba de diversas fuentes de luz artificial, así como la radiación reflejada por las superficies iluminadas por dichas fuentes de luz.

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

ORÍGENES DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

La contaminación lumínica puede originarse por:

- a) La utilización de luminarias con globos sin reflector ó proyectores y luminarias que no controlan el flujo luminoso por encima de la horizontal.
- b) La inadecuada distribución del flujo luminoso de las luminarias en especial las ornamentales y proyectores.
- c) La falta de control sobre la iluminación decorativa en edificios, (anuncios publicitarios mal diseñados e instalados e inadecuados diseños de luminarias ornamentales.
- d) La reflexión de las vías y de los elementos que hacen parte del mobiliario urbano.

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

- a) **Intrusión Lumínica:** Se produce cuando la luz artificial procedente de las luminarias entra por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos de las actividades humanas.
- b) **Difusión de Luz hacia el Cielo:** Se produce por la difusión de la luz por parte de las moléculas del aire y del polvo en suspensión. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo.

- c) Deslumbramiento: Se produce cuando las personas que transitan por la vía pública, pierden la percepción visual; y es ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes.
- d) Contraste: La visibilidad de un objeto situado sobre un fondo, depende de la diferencia de las luminancias entre el objeto y el fondo.

Un objeto claro sobre fondo oscuro traerá un contraste positivo (valor entre 0 e infinito),

Si $L_o > L_f C > 0$ contraste positivo (objeto más claro que el fondo)

En cambio, un objeto más oscuro que su fondo, traerá un contraste negativo (variando entre 0 y -1).

Si $L_o < L_f C < 0$ contraste negativo (objeto más oscuro que el fondo).

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

- a) Despilfarro de energía eléctrica, que ocasiona mayores costos y afectación al ambiente por mayores emisiones de gases. No se debe confundir con dejar las vías con una iluminación deficiente; al contrario, las acciones llevadas a cabo para reducir la contaminación lumínica deben llevar asociadas una mejora de la calidad de la iluminación en los ambientes requeridos.
- b) Inseguridad vial y molestias visuales, producto del deslumbramiento, cuando los artefactos están mal orientados.
- c) Efectos medioambientales en el ecosistema urbano: La vida de los animales, huyen de las ciudades para encontrar oscuridad. La fotosíntesis y el crecimiento de las plantas se desequilibra pudiendo producir envejecimiento prematuro de algunas especies.

Para mitigar estos efectos en el caso de alamedas en rondas de ríos o en humedales, quebradas y canales distantes de vías vehiculares iluminadas, deben utilizar fotocontroles temporizados para interrumpir el servicio de tal forma que las luminarias se enciendan durante un período de tiempo que satisfaga las necesidades de los usuarios y luego se apaguen -para preservación de las especies.

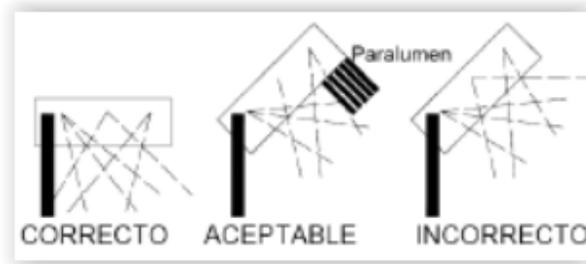
- d) Efectos sobre el ritmo biológico de las personas: Los ritmos circadianos (de vigilia y de sueño) son los más afectados por la exposición a la luz, trastornos de la personalidad, insomnio, depresión y estrés se incrementan por un uso inadecuado de iluminación.
- e) Intromisión en la vida privada de las personas o sea la invasión de luz proveniente del exterior en los espacios privados, que penetra a través de las ventanas y provoca molestias, por iluminación dirigida a fachadas y ventanas y no hacia el piso.
- f) Pérdida de percepción de estrellas y astros. Impedimento para las observaciones astronómicas.

CÓMO MINIMIZAR EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

Para minimizar el impacto de la contaminación lumínica se hacen las siguientes recomendaciones:

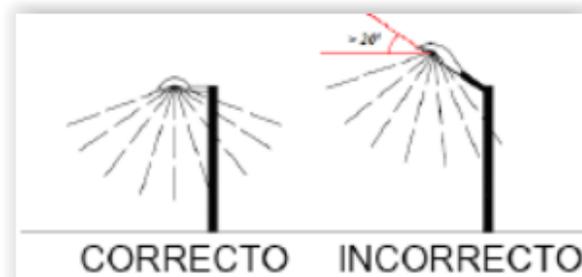
- a) El conjunto óptico de las luminarias de alumbrado público no podrá tener un ángulo de inclinación mayor de 20° con respecto a la horizontal. Por ello antes de determinar la inclinación del soporte de la luminaria se debe conocer la inclinación del conjunto óptico, cuando la luminaria se encuentra en posición horizontal.
- b) Al emplear en alumbrados peatonales, los faroles artísticos, aparatos históricos, etc., estos deben estar provistos de bloque óptico, de forma que al tiempo que se controla la emisión de luz en el hemisferio superior, se aumente el factor de utilización en el hemisferio inferior.
- c) Utilizar luminarias y proyectores que dirijan el flujo lumínico hacia el área a iluminar y para ello la distribución de su flujo luminoso deberá ser la adecuada para obtener la máxima eficiencia energética de la instalación.
- d) Controlar la iluminación en el alumbrado de monumentos, parques deportivos y edificios administrativos, oficiales y gubernamentales. En el caso de proyectores, además de cuidar con esmero su apuntamiento, se debe prever la instalación de rejillas para-lúmenes y otros dispositivos que controlen la dirección del flujo luminoso emitido, reduciendo el deslumbramiento y la contaminación luminosa.

Ilustración 14. Control de flujo luminoso de proyectos



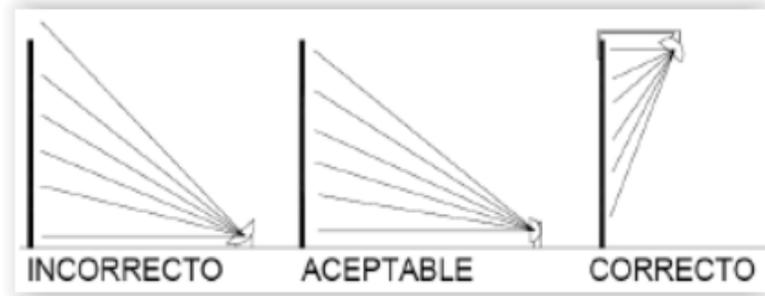
- e) Utilizar luminarias o soportes de luminarias que controlen el flujo luminoso enviado por encima de la horizontal, de tal manera que el conjunto óptico no quede con un ángulo de inclinación mayor de 20° con respecto a la horizontal.

Ilustración 15. Angulo de inclinación de las luminarias



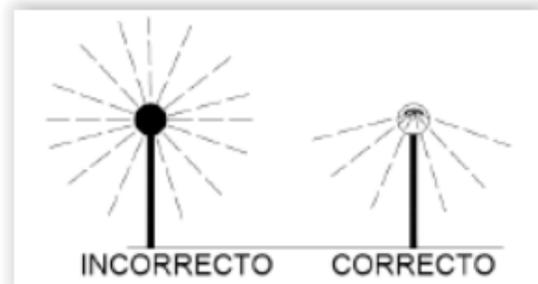
- f) En los proyectores empotrados en el piso, utilizar rejillas antideslumbrantes y reflectores capaces de controlar con precisión la emisión lumínica.
- g) Dirigiendo la luz en sentido descendente y no ascendente, siempre que sea posible, especialmente en iluminación de fachadas y monumentos.

Ilustración 16. Angulo de inclinación de las luminarias para proyectores en fachadas



- h) Eliminando las luminarias en forma de globo que no tengan reflector.

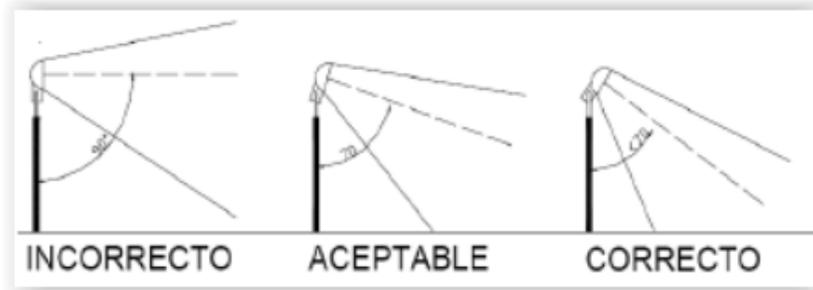
Ilustración 17. Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos



- i) Utilizando los criterios de deslumbramiento indicados en la Norma CIE-115; es decir dirigiendo hacia abajo el haz de los rayos, manteniéndolos por debajo de 70°.

Si se eleva la altura de montaje, debería disminuirse el ángulo de haz luminoso.

Ilustración 18. Ángulos de inclinación de proyectores



- j) Utilizar pavimentos con un coeficiente de luminancia medio o grado de luminosidad Q_0 lo más elevado posible y cuyo factor especular S_1 sea bajo.

La luminosidad del pavimento de una calzada está estrechamente relacionada con las propiedades fotométricas del mismo y en concreto, con el coeficiente de luminancia medio Q_0 del pavimento, de forma que cuanto más elevado es dicho coeficiente, a idéntica iluminancia, mayor es la luminancia de la calzada y menor resulta el deslumbramiento perturbador T_I .

El factor especular S_1 determina en qué medida las características del pavimento, respecto a la reflexión de la luz incidente, se separan de las de la superficie que asegure una reflexión difusa perfecta de forma que, a igualdad de iluminancia cuanto más bajo es el factor especular S_1 , mayores son las uniformidades de luminancia.

- k) Variaciones temporales de los niveles de iluminación: En las vías de tráfico, zonas peatonales, carriles bicicletas pueden reducirse los niveles luminosos a ciertas horas de la noche, siempre que quede garantizada la seguridad lumínica de los usuarios. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad de tráfico y para el movimiento peatonal.

La reducción de los niveles luminosos mediante apagado de puntos de luz no es recomendable, y en el supuesto de utilizar dicho procedimiento, deben mantenerse las uniformidades mínimas establecidas en las normas respectivas.

La reducción con sistemas de regulación se estima que es el procedimiento más adecuado ya que evita zonas de sombra y muros de luz que dificultan la visión manteniendo las uniformidades.

Otras Posibles soluciones para reducir contaminación lumínica nocturna: Las posibles soluciones que permiten reducir contaminación lumínica nocturna son entre otras las siguientes:

⇒ Apagar las iluminaciones publicitarias y ornamentales a partir de una hora determinada.

⇒ Dirigir la luz en sentido descendente y no ascendente, sobre todo en iluminación de edificios y monumentos.

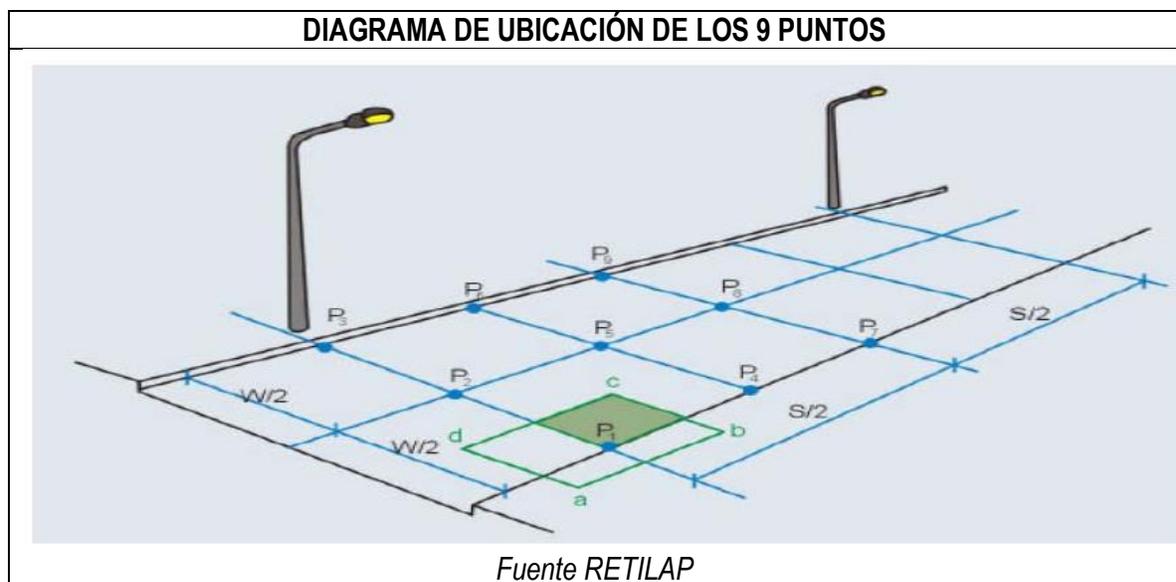
- ⇒ Si no existiera posibilidad de cambiar el sentido de iluminación hacia abajo, y no hacia arriba, emplear pantallas y para lúmenes para evitar la dispersión del haz luminoso.
- ⇒ No usar luz en exceso, cumplir las normas que determinan los niveles recomendables para iluminar casi todas las tareas.
- ⇒ Utilizar en el alumbrado público luminarias con valores mínimos de emisión de luz por encima de la horizontal.
- ⇒ La iluminación de edificios, fachadas o monumentos e instalaciones de alumbrado de zonas deportivas que se realizan con proyectores estos deben estar ocultos a la visión directa.
- ⇒ En alumbrado público, debe evitarse el uso de postes de gran altura, salvo cuando otras exigencias así lo aconsejen.
- ⇒ En alumbrado público, no deben emplearse luminarias que emitan un FHS superior al establecido en el presente Reglamento.
- ⇒ Para que el deslumbramiento sea mínimo, dirigir hacia abajo el haz de los rayos luminosos manteniéndolo por debajo de 70° . Si se eleva la altura de montaje debería disminuirse el ángulo del haz de los rayos luminosos.
- ⇒ Dado que en lugares con niveles de luz ambiental baja el deslumbramiento puede ser muy molesto, se deberá cuidar con esmero el posicionamiento y el apuntamiento u orientación de los aparatos de iluminación.
- ⇒ Cuando resulte posible, implantar luminarias o proyectores con reflector asimétrico que permitan mantener su cierre frontal paralelo a la superficie horizontal que se quiere iluminar.

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE ILUMINACION ACTUAL.

Diagnóstico inicial de los niveles de iluminación en las vías del municipio de Valledupar.

La consultoría en el análisis integral de la prestación del servicio de alumbrado público evalúa los niveles de iluminación actual del municipio tomando una muestra aleatoria en varios sectores, realizando la verificación en campo de la infraestructura, altura de montaje de los equipos de iluminación y aplicando el método europeo de los 9 puntos como se describe en la sección 530.2.1 así:

“De acuerdo con el método europeo 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 de área largo ($s/2$) por ancho (w). De este modo, tal rectángulo se divide en cuatro partes, dos longitudinales y dos transversales, de modo que los puntos a considerar son cada uno de los vértices de los nuevos rectángulos generados”



Se considera la iluminancia en cada punto de medida como la que corresponde a un rectángulo de dimensiones $(w/2) * (s/2)$. 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. Así, la iluminancia E_1 leída en el punto P_1 corresponde al área 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 P_3, P_7 y P_9 . Por tanto, la contribución de esos puntos debe ser ponderada al 25%. Por idéntico razonamiento, los puntos P_2, P_4, P_6 y P_8 representan la iluminación de áreas que tan solo tienen el 50% sobre la vía, el punto P_5 , 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 fórmula siguiente:

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

Siendo E1, E2... E9 las iluminancias en los puntos P1, P2... P9 respectivamente.



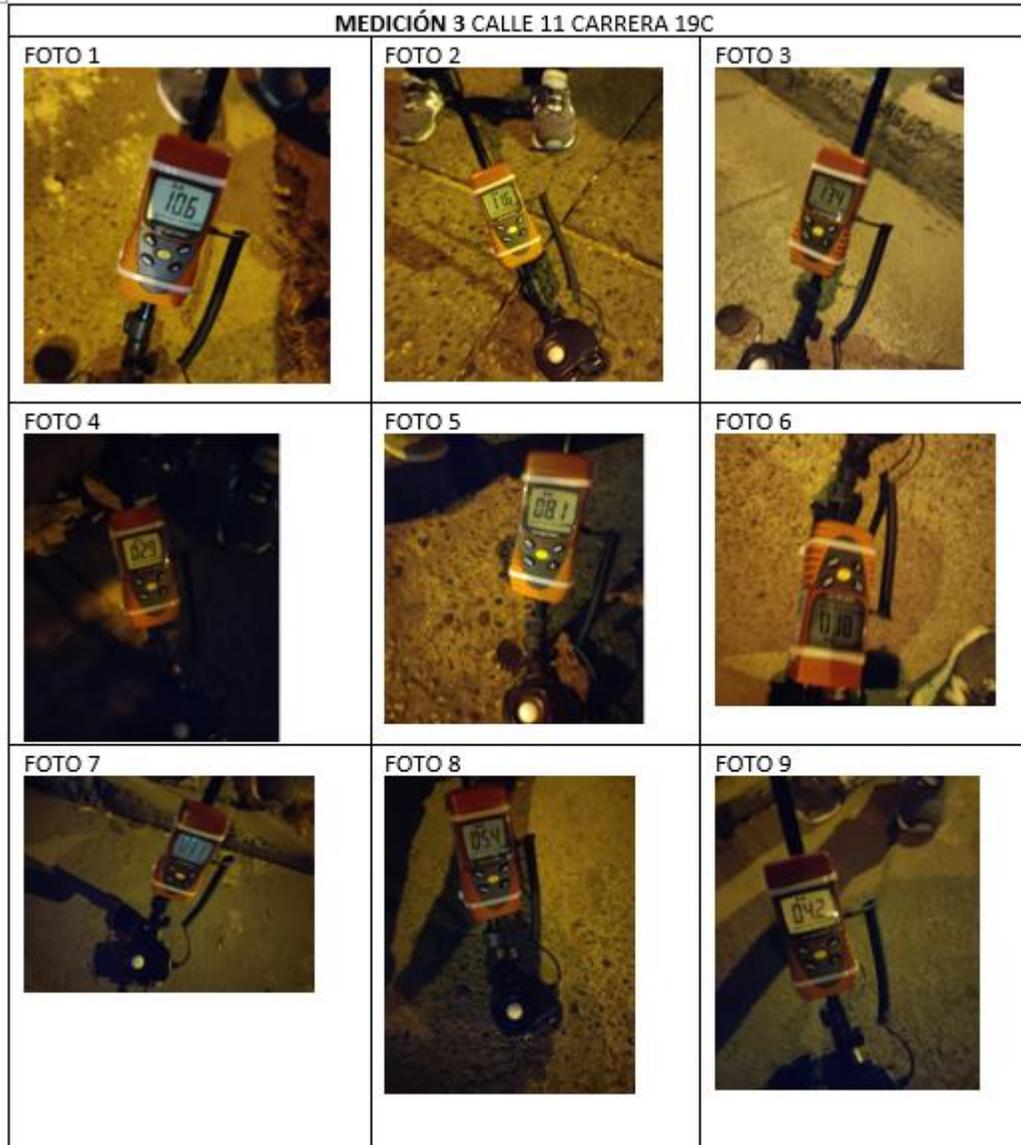
CALLE 1C CARRERA 19A (VIA TIPO M5)					
P1 [Luxes]	35.2	P2 [Luxes]	29.6	P3 [Luxes]	17.6
P4 [Luxes]	2.4	P5 [Luxes]	3.6	P6 [Luxes]	2.4
P7 [Luxes]	1.5	P8 [Luxes]	1.1	P9 [Luxes]	1.2
RESULTADO [Luxes]	8.80625		CUMPLE		
UNIFORMIDAD	0.06976744		NO CUMPLE		



CARRERA 19 CALLE 6 (VIA TIPO M3)					
P1 [Luxes]	22.4	P2 [Luxes]	19.2	P3[Luxes]	36
P4[Luxes]	22.7	P5[Luxes]	14.2	P6[Luxes]	19.1
P7[Luxes]	7.2	P8[Luxes]	12.7	P9[Luxes]	17.6

RESULTADO [Luxes]	17.9625	CUMPLE
UNIFORMIDAD	0.44535359	NO CUMPLE

†



CALLE 11 CARRERA 19C (VIA TIPO M5)					
P1 [Luxes]	10.6	P2 [Luxes]	11.6	P3[Luxes]	13.4
P4[Luxes]	2.9	P5[Luxes]	8.1	P6[Luxes]	7.8
P7[Luxes]	3.1	P8[Luxes]	5.4	P9[Luxes]	4.2

RESULTADO [Luxes]	7.44375	NO CUMPLE
UNIFORMIDAD	0.12533532	NO CUMPLE

+



CALLE 16 CARRERA 19 B (VIA TIPO M4)					
P1 [Luxes]	56.3	P2 [Luxes]	94.3	P3 [Luxes]	50.8
P4 [Luxes]	1.1	P5 [Luxes]	14.7	P6 [Luxes]	8.9
P7 [Luxes]	5.5	P8 [Luxes]	9.1	P9 [Luxes]	9.9

RESULTADO [Luxes]	25.50625	CUMPLE
UNIFORMIDAD	0.03950519	NO CUMPLE



CALLE 16 CARRERA 17 (VIA TIPO M4)					
P1 [Luxes]	38.9	P2 [Luxes]	20.8	P3 [Luxes]	35.2
P4 [Luxes]	13.9	P5 [Luxes]	7.6	P6 [Luxes]	15.6
P7 [Luxes]	3.1	P8 [Luxes]	9.6	P9 [Luxes]	4.3
RESULTADO [Luxes]	14.48125		CUMPLE		
UNIFORMIDAD	0.18724832		NO CUMPLE		

De acuerdo con las mediciones relacionadas en las imágenes y el análisis establecido mediante el método de los 9 puntos se tiene que en algunos sectores se cumple con los niveles mínimos que exige el RETILAP, pero en ninguno de los casos se está cumpliendo con el parámetro de uniformidad, lo que implica que en un mismo sector tengan puntos demasiado iluminados y a la vez puntos demasiado oscuros siendo este un factor determinante para la prestación del servicio de alumbrado público.



TIPOS DE VIAS EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR. METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS M3

• FLUJO VEHICULAR Y VELOCIDAD DE TRÁNSITO

Para definir los criterios de iluminación nos referimos a la normativa vigente con el fin de establecer las características de los espacios públicos mediante la tipificación de su infraestructura y el uso cotidiano que se le da, siendo de carácter obligatorio para el municipio prestar el servicio de manera correcta, para esto nos referimos al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, donde se tiene lo siguiente:

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías para el tránsito de vehículo, siendo las características principales las siguientes:

- Velocidad de circulación
- Cantidad de vehículos en el tiempo (una hora)

Toda vía caracterizada con estas dos variables, se organizará mediante el nivel de importancia y los requerimientos lumínicos y se les asignará un tipo de iluminación conforme a la Tabla 510.1.1 a. del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
		Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M1	Autopistas y carreteras	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M3	Vías principales y ejes viales.	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M4	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

En el mismo sentido, de acuerdo con las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente.

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)	M1
Media 500< T<1000 (Veh. /h)	M2
Baja T< 500 (Veh. /h)	M3
Vías de extra alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico ⁽²⁾ y separación ⁽³⁾ de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M1
Suficiente	M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M2
Bueno	M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M4
Bueno	M5

Las mediciones de las variables mencionadas se realizaron en las siguientes vías, tabulando los datos recolectados y definiendo el tipo la clasificación vial y los requerimientos lumínicos de estos sectores, las cuales se establecieron como M3. Las vías son:

- Calle 44 - Carrera 31 - Calle 16 - Diagonal 21 - Avenida Simón Bolívar - Carrera 7a -Carrera 19 - Calle 21.

RESULTADO DE MEDICIONES PARA LAS VÍAS M3	
CALLE 44	CARRERA 31

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 44						
VIA	CALLE 44			FECHA MUESTRA	20/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
28	25	23	28	24	30	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
280	250	230	33.6	28.8	36	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
253.3			32.8			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 31						
VIA	CARRERA 31			FECHA MUESTRA	20/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
30	32	37	27	30	28	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
300	320	370	32.4	36	33.6	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
330.0			34.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 16						
VIA	CALLE 16			FECHA MUESTRA	20/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
34	31	37	32	29	25	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
340	310	370	38.4	34.8	30	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
340.0			34.4			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - DIAGONAL 21						
VIA	DIAGONAL 21			FECHA MUESTRA	21/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
40	45	48	34	36	33	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
400	450	480	40.8	43.2	39.6	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
443.3			41.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - AVENIDA SIMÓN BOLIVAR						
VIA	AV. SIMON BOLIVAR			FECHA MUESTRA	21/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
38	40	35	28	29	31	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
380	400	350	33.6	34.8	37.2	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
376.7			35.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 7A						
VIA	CARRERA 7A			FECHA MUESTRA	23/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
49	45	43	25	27	28	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
490	450	430	30	32.4	33.6	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
456.7			32.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 19						
VIA	CARRERA 19			FECHA MUESTRA	23/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
50	48	47	35	34	37	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
500	480	470	42	40.8	44.4	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
483.3			42.4			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 21						
VIA	CALLE 21			FECHA MUESTRA	23/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
32	35	30	29	31	27	
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
320	350	300	34.8	37.2	32.4	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
323.3			34.8			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDA	30 < V > 60	VELOCIDA	V > 30	VELOCIDA	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA: M3						

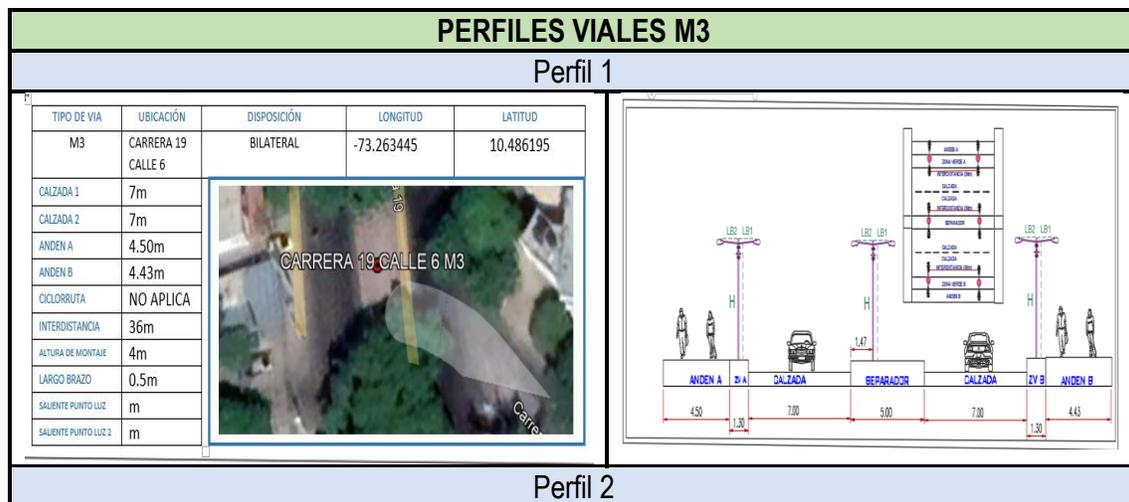
De acuerdo con la tabla "Clases de iluminación para vías vehiculares" del RETILAP se pueden clasificar las vías en mención como tipo M3 y es de aclarar que la vía tomada en el muestreo presenta características similares en cuando a dimensiones y flujo vehicular, así que las demás vías son clasificadas de igual forma.

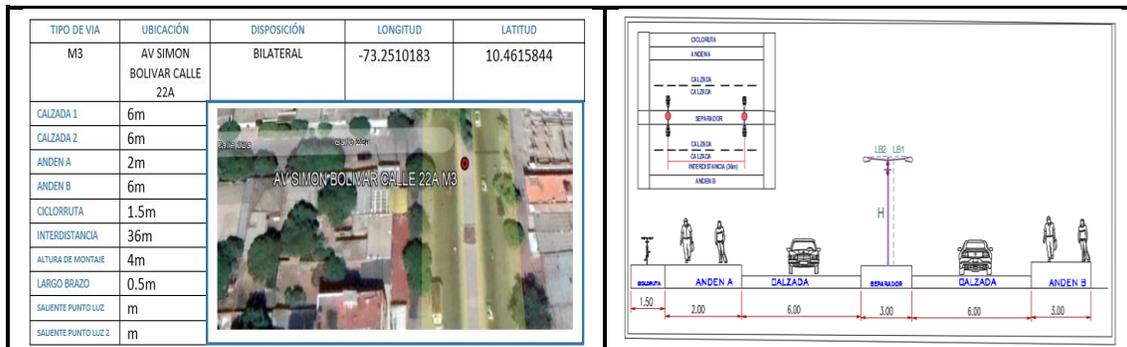
VÍAS M3 DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR



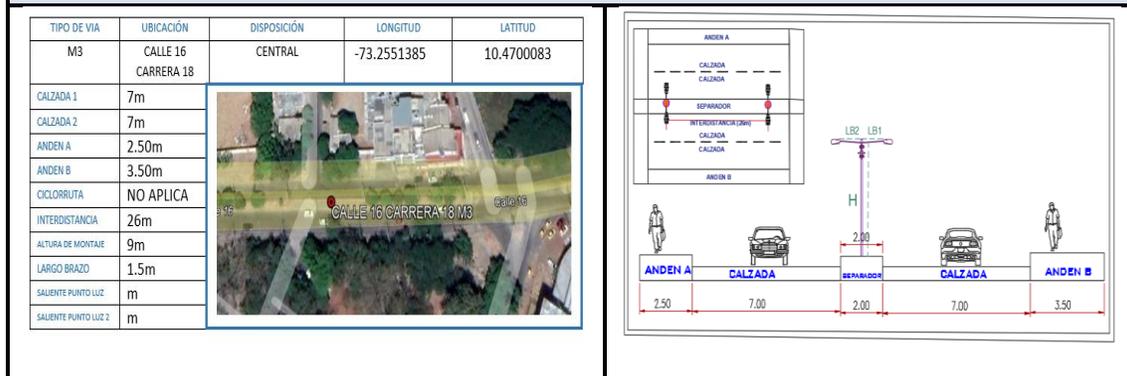
Siendo así, para la ciudad de Valledupar se realizó la clasificación vial siguiendo los parámetros del Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado público con un nivel de importancia y de requerimientos lumínicos para las vías presentadas como M3, siendo el resultado del muestreo realizado en campo para cada uno de los sectores en estudio.

Así mismo, se realizó la tipificación de las vías del municipio, identificando la infraestructura asociada a los ejes viales, ancho de andenes, ancho de calzadas, altura de montajes, identificación de ciclo vías, disposiciones, altura de los postes, diagnóstico actual de los niveles de iluminación y variables asociadas a la prestación del servicio de alumbrado público.

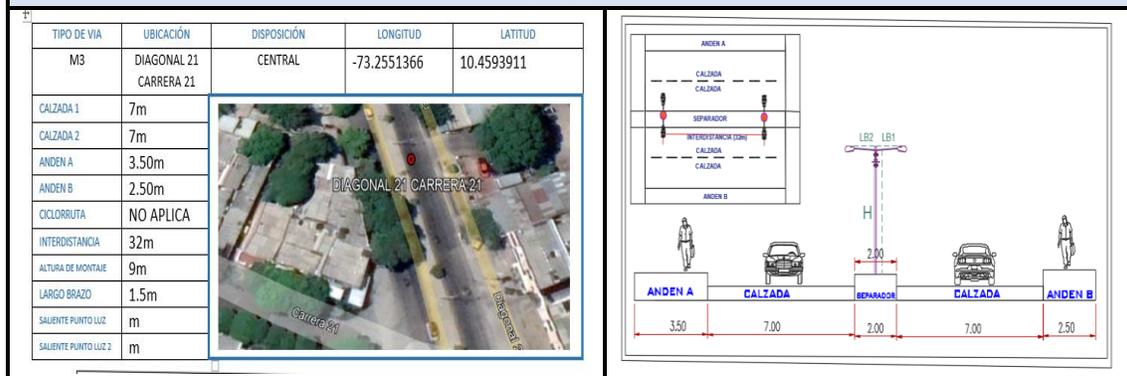




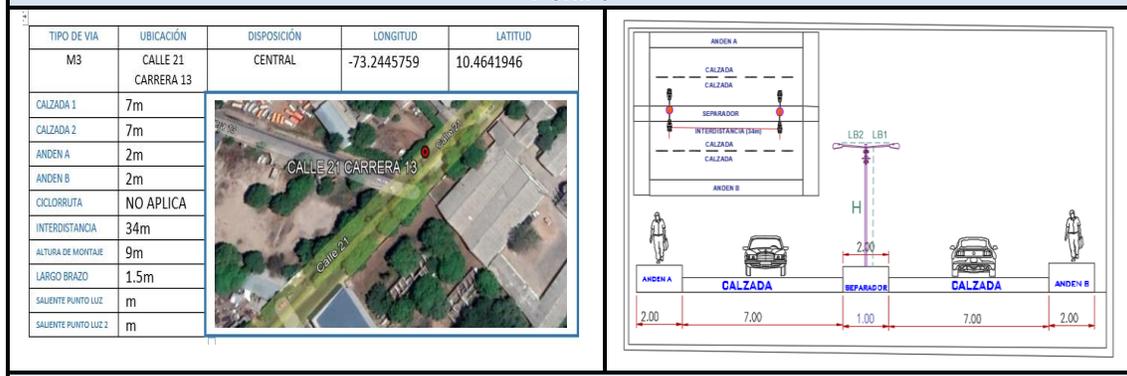
Perfil 3



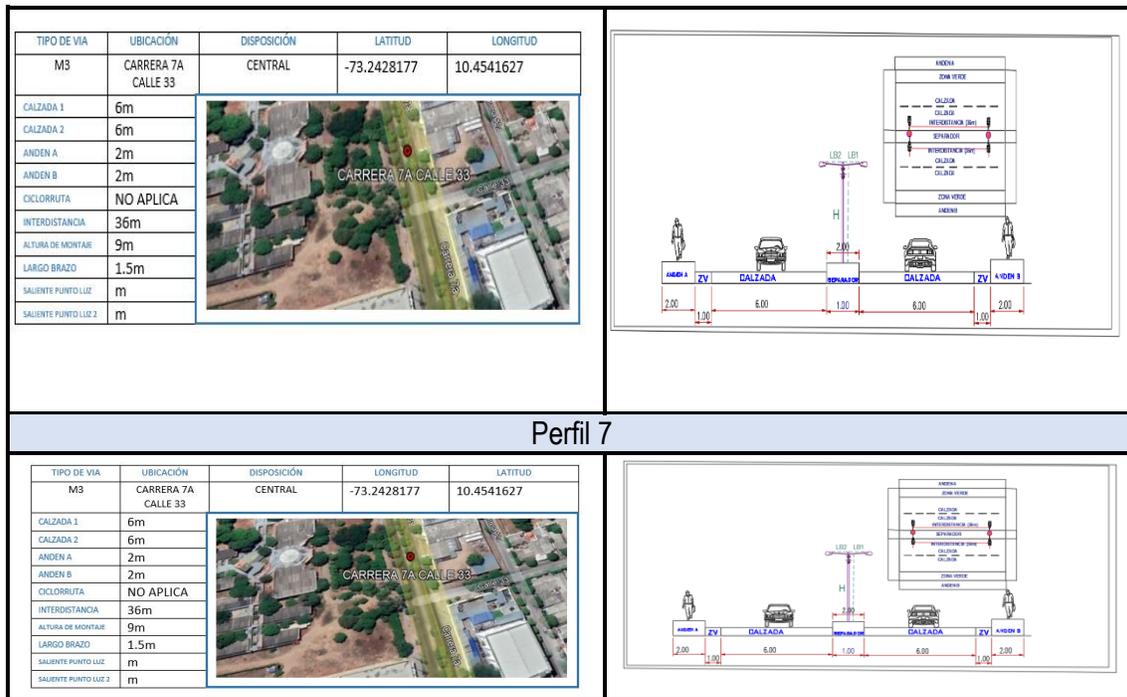
Perfil 4



Perfil 5



Perfil 6



DISEÑOS DE ILUMINACIÓN MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

Siguiendo el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP se definen los niveles mínimos de luminancia e iluminancia requeridas de acuerdo con los perfiles tipo identificados anteriormente. Los niveles mínimos exigidos son:

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_0 Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_{Minimo}	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

En la tabla anterior se relacionan los niveles de luminancia con los que deben cumplir los diseños de acuerdo con la clasificación de la vía, sin embargo, el RETILAP establece niveles de iluminancia para las vías M3, M4 y M5 de acuerdo con el tipo de superficie a intervenir, como se relaciona a continuación.

Clase de Iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la Iluminancia $E_{min} / E_{prom} (%)$
	R1	R2 y R3	R4	
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Así mismo, se establecen los niveles de iluminancia para senderos peatonales y de ciclistas y zonas críticas.

ILUMINANCIA PARA SENDEROES PEATONALES, CICLORUTAS Y ZONAS CRÍTICAS					
Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)		Clase de iluminación	Iluminancia Mínima Mantenido (luxes) (Sobre toda la superficie)	Uniformidad general $U_0 \geq (%)$
	Valor promedio	Valor mínimo			
P1	20,0	7,5	C0	50	40
P2	10,0	3,0	C1	30	40
P3	7,5	1,5	C2	20	40
P4	5,0	1,0	C3	15	40
P5	3,0	0,6	C4	10	40
P6	1,5	0,2	C5	7.5	40
P7	No aplica	No aplica			

METODOLOGIA DE DISEÑO APLICADA

Con los perfiles tipo del municipio establecidos y con la referencia de los parámetros de diseño enunciados de acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público se define la metodología a implementar para la simulación y definición de las características técnicas de los equipos de iluminación, altura de montaje, temperatura de color, índice de reproducción cromática, índices de protección y demás características eléctricas y mecánicas que para los equipos de iluminación requeridos en el municipio de Valledupar.

- Determinar la categoría del proyecto de acuerdo al impacto
- Identificación de los vanos críticos y perfiles establecidos para el diseño luminotécnico.
- Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 1 – VÍA M3

PERFIL 1 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.41	1.39	1.48
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	71	81	69
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	9	9
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	64	85	51
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.2	1.21	1.25
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	72	88	76
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	6	7
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	64	88	58
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	13.73	11.98	15.58
	Uniformidad	%	Uo>=40	52	64	40
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	13.71	11.91	15.28
	Uniformidad	%	Uo>=40	53	64	40

ALTERNATIVA 1
ALTERNATIVA 2
ALTERNATIVA 3

CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 2 – VÍA M3

PERFIL 2 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.33	1.33	1.37
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	55	60	56
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	73	73	59
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.33	1.33	1.39
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	53	60	56
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	69	73	59
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	16.59	17.14	20.83
	Uniformidad	%	Uo>=40	62	63	43
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	16.38	16.54	19.36
	Uniformidad	%	Uo>=40	62	64	44
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>15	15.81	15.09	15.6
	Uniformidad	%	Uo>=40	63	68	51

ALTERNATIVA 1
ALTERNATIVA 2
ALTERNATIVA 3

CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 3 – VÍA M3

PERFIL 3 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.22	1.32	1.64
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	47	60	65
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	10	7
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	81	89	80
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.24	1.32	1.66
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	47	60	64
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	68	89	79
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	13.52	14.83	23.02
	Uniformidad	%	Uo>=40	89	77	61
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	13.52	14.34	21.27
	Uniformidad	%	Uo>=40	89	76	60

ALTERNATIVA 1

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 4 – VÍA M3

PERFIL 4 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.2	1.29	1.21
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	62	65	50
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	9	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	90	89	64
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.24	1.29	1.21
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	64	65	50
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	9	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	90	88	63
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	15.31	15.77	9.65
	Uniformidad	%	Uo>=40	64	65	52
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	16.41	14.93	11.45
	Uniformidad	%	Uo>=40	66	63	55

ALTERNATIVA 1

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 5 – VÍA M3

PERFIL 5 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.25	1.24	1.25
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	63	67	47
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	9	9	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	87	87	65
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.27	1.24	1.25
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	62	67	47
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	6	9	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	86	87	67
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	14.44	14.97	11.7
	Uniformidad	%	Uo>=40	65	74	59
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	14.44	14.97	11.7
	Uniformidad	%	Uo>=40	65	74	59

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 6 – VÍA M3

PERFIL 6 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.2	1.25	1.21
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	65	69	48
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	9	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	82	86	61
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.22	1.25	1.22
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	63	69	48
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	9	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	80	86	61
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	13.2	14.83	10.68
	Uniformidad	%	Uo>=40	61	64	52
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	13.2	14.83	10.68
	Uniformidad	%	Uo>=40	61	64	52

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 7 – VÍA M3

PERFIL 7 - DISEÑO FOTOMÉTRICO MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

TIPO DE VÍA M3	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.24	1.21	1.27
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	61	68	64
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	10	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	73	78	71
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=1.2	1.21	1.21	1.26
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	61	68	64
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	10	10	7
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	76	78	69
ANDEN 1	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	10.52	16.96	11.63
	Uniformidad	%	Uo>=40	49	58	46
ANDEN 2	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	10.52	16.96	11.63
	Uniformidad	%	Uo>=40	49	58	46

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS M4

- FLUJO VEHICULAR Y VELOCIDAD DE TRÁNSITO

Para definir los criterios de iluminación nos referimos a la normativa vigente con el fin de establecer las características de los espacios públicos mediante la tipificación de su infraestructura y el uso cotidiano que se le da, siendo de carácter obligatorio para el municipio prestar el servicio de manera correcta, para esto nos referimos al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, donde se tiene lo siguiente:

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías para el tránsito de vehículo, siendo las características principales las siguientes:

- Velocidad de circulación
- Cantidad de vehículos en el tiempo (una hora)

Toda vía caracterizada con estas dos variables se organizará mediante el nivel de importancia y los requerimientos luminotécnicos y se les asignará un tipo de iluminación conforme a la Tabla 510.1.1 a. del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
		Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M1	Autopistas y carreteras	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M3	Vías principales y ejes viales.	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M4	Vías primarias o colectoras	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100
M5	Vías secundarias				

En el mismo sentido, de acuerdo con las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente.

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)	M1
Media 500< T<1000 (Veh. /h)	M2
Baja T< 500 (Veh. /h)	M3
Vías de extra alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico⁽²⁾ y separación⁽³⁾ de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M1
Suficiente	M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M2
Bueno	M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M4
Bueno	M5

Las mediciones de las variables mencionadas se realizaron en las siguientes vías, tabulando los datos recolectados y definiendo el tipo la clasificación vial y los requerimientos lumínicos de estos sectores, las cuales se establecieron como M4. Las vías son:

- Carrera 23 - Calle 18B - Diagonal 18B - Calle 35 - Transversal 23 - Carrera 16 - Carrera 12 - Carrera 9 - Carrera 6 - Carrera 4 - Calle 12 - Carrera 23 - Calle 11 - Carrera 30 - Diagonal 7 - Carrera 32 - Transversal 22 - Avenida Francisco El Hombre - Carrera 39 - Calle 8 - Diagonal 10 - Carrera 44 - Calle 6 - Carrera 41 - Calle 1.

RESULTADO DE MEDICIONES PARA LAS VÍAS M4													
CARRERA 23						CALLE 18B							
ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 23						ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 18B							
VIA		CARRERA 23			FECHA MUESTRA	21/04/2022	VIA		CALLE 18B			FECHA MUESTRA	21/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)				
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3		
18	20	16	20	18	17	17	14	18	20	19	17		
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)			Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)				
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
180	200	160	24	21.6	20.4	170	140	180	24	22.8	20.4		
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H				
180.0			22.0			163.3			22.4				
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5			
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO		
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100		
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4							
DIAGONAL 18B						CALLE 36							

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - DIAGONAL 18B						
VIA	DIAGONAL 18B			FECHA MUESTRA	21/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
19	20	21	22	21	20	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
190	200	210	26.4	25.2	24	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
200.0			25.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - TRANSVERSAL 23						
VIA	TRANSVERSAL 23			FECHA MUESTRA	21/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
20	22	23	18	16	19	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
200	220	230	21.6	19.2	22.8	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
216.7			21.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 12						
VIA	CARRERA 12			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
20	21	19	18	17	15	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
200	210	190	21.6	20.4	18	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
200.0			20.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 9						
VIA	CARRERA 9			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
17	16	15	15	13	17	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
170	160	150	18	15.6	20.4	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
160.0			18.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 6						
VIA	CARRERA 6			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
14	16	18	14	17	19	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
140	160	180	16.8	20.4	22.8	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
160.0			20.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 4						
VIA	CARRERA 4			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
19	20	21	17	20	18	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
190	200	210	20.4	24	21.6	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
200.0			22.0			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 12						
VIA	CALLE 12			FECHA MUESTRA	21/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
19	20	21	22	21	20	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
190	200	210	26.4	25.2	24	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
200.0			25.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 16						
VIA	CARRERA 16			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
21	19	22	17	15	20	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
210	190	220	20.4	18	24	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
206.7			20.8			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 23						
VIA	CARRERA 23			FECHA MUESTRA	22/04/2022	
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)			
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	
20	22	23	18	16	19	
Flujo Vehicular (vehiculos/horas)			Velocidad (Km/h)			
T1	T2	T3	T1	T2	T3	
200	220	230	21.6	19.2	22.8	
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H			
216.7			21.2			
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5		
VELOCIDAD	30< V >60	VELOCIDAD	V <30	VELOCIDAD	AL PASO	
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4						

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 39					
VIA	CARRERA 39			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
19	17	20	15	17	14
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
190	170	200	18	20.4	16.8
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
186.7			18.4		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4					

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 8					
VIA	CALLE 8			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
16	15	17	15	16	18
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
160	150	170	18	19.2	21.6
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
160.0			19.6		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4					

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - DIAGONAL 10					
VIA	DIAGONAL 10			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
17	19	20	13	17	16
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
170	190	200	15.6	20.4	19.2
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
186.7			18.4		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA M4					

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 44					
VIA	CARRERA 44			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
18	20	21	14	18	19
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
180	200	210	16.8	21.6	22.8
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
196.7			20.4		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE VÍA M4					

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 6					
VIA	CALLE 6			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
21	22	23	15	19	20
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
210	220	230	18	22.8	24
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
220.0			21.6		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE VÍA M4					

ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CARRERA 41					
VIA	CARRERA 41			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
22	21	20	16	20	18
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
220	210	200	19.2	24	21.6
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
210.0			21.6		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE VÍA M4					

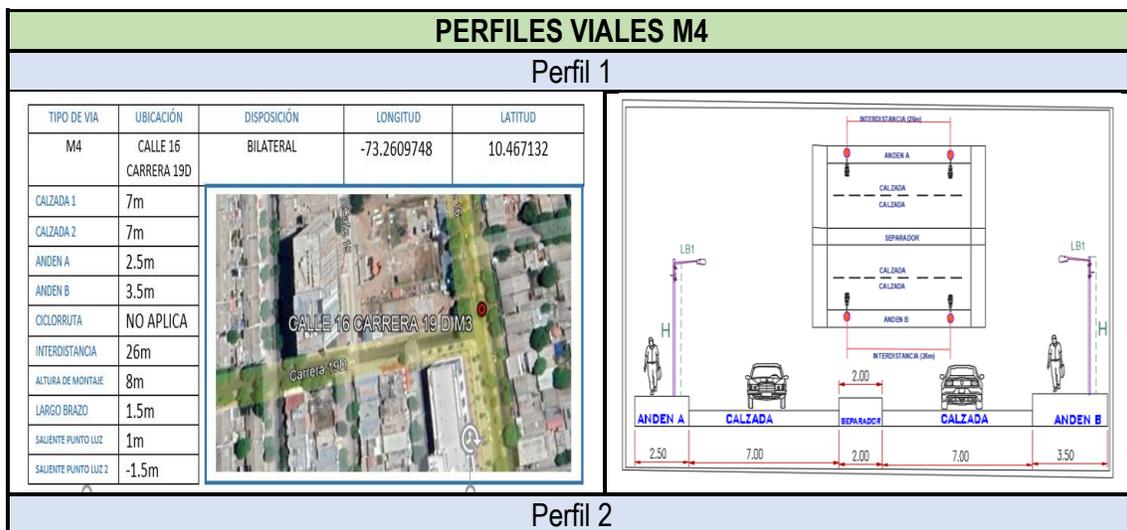
ESTUDIO VIAL MUNICIPIO VALLEDUPAR ABRIL 2022 - CALLE 1					
VIA	CALLE 1			FECHA MUESTRA	24/04/2022
Tiempo 6 min (Unid)			Velocidad 10 mts (seg)		
Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3	Muestra 1 T1	Muestra 2 T2	Muestra 3 T3
23	24	20	18	21	19
Flujo Vehicular (vehículos/horas)			Velocidad (Km/h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
230	240	200	21.6	25.2	22.8
Promedio Flujo Vehicular/ HORAS			Promedio de Velocidad KMS/H		
223.3			23.2		
VIA TIPO M3		VIA TIPO M4		VIA TIPO M5	
VELOCIDAD	30 < V > 60	VELOCIDAD	V < 30	VELOCIDAD	AL PASO
TRANSITO	250 < T < 500	TRANSITO	100 < T < 250	TRANSITO	T < 100
CLASIFICACIÓN DE VÍA M4					

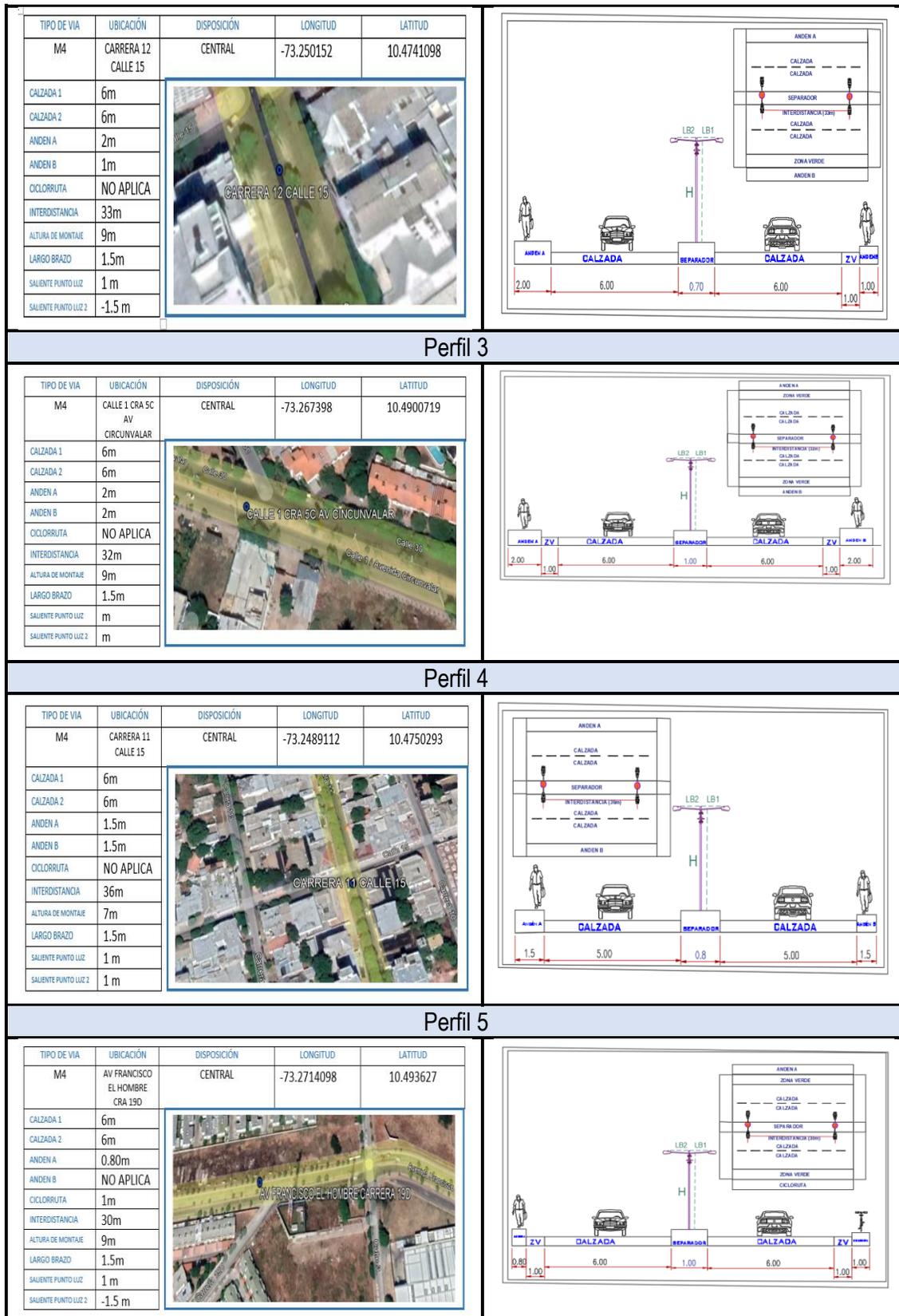
De acuerdo a la tabla "Clases de iluminación para vías vehiculares" del RETILAP se pueden clasificar las vías en mención como tipo M4 y es de aclarar que la vía tomada en el muestreo, presenta características similares en cuando a dimensiones y flujo vehicular, así que las demás vías son clasificadas de igual forma.



Siendo así, para la ciudad de Valledupar se realizó la clasificación vial siguiendo los parámetros del Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado público con un nivel de importancia y de requerimientos lumínicos para las vías presentadas como M4, siendo el resultado del muestreo realizado en campo para cada uno de los sectores en estudio.

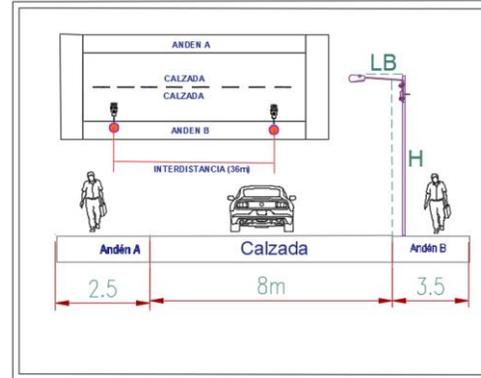
Así mismo, se realizó la tipificación de las vías del municipio, identificando la infraestructura asociada a los ejes viales, ancho de andenes, ancho de calzadas, altura de montajes, identificación de ciclo vías, disposiciones, altura de los postes, diagnóstico actual de los niveles de iluminación y variables asociadas a la prestación del servicio de alumbrado público.





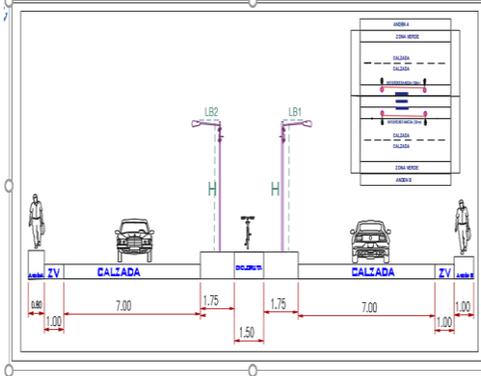
Perfil 6

TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M4	CARRERA 9 CALLE 16	UNILATERAL	-73.2472751	10.4754617
CALZADA 1	8m			
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2.5m			
ANDÉN B	3.5m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	36m			
ALTURA DE MONTAJE	8m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALENTE PUNTO LUZ	m			
SALENTE PUNTO LUZ 2	m			



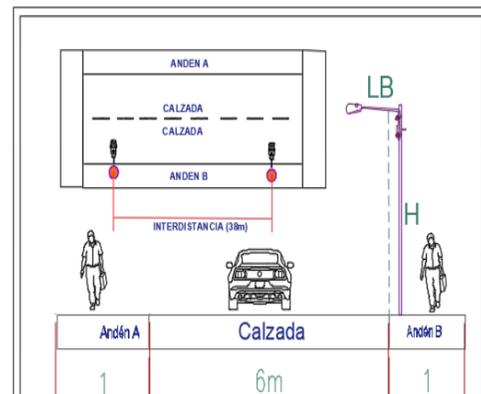
Perfil 7

TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M4	CALLE 1 CON CARRERA 24	BILATERAL	-73.2768282	10.4876651
CALZADA 1	7m			
CALZADA 2	7m			
ANDÉN A	0.8m			
ANDÉN B	1m			
CICLORRUTA	1.5m			
INTERDISTANCIA	30m			
ALTURA DE MONTAJE	9m			
LARGO BRAZO	2m			
SALENTE PUNTO LUZ	m			
SALENTE PUNTO LUZ 2	m			

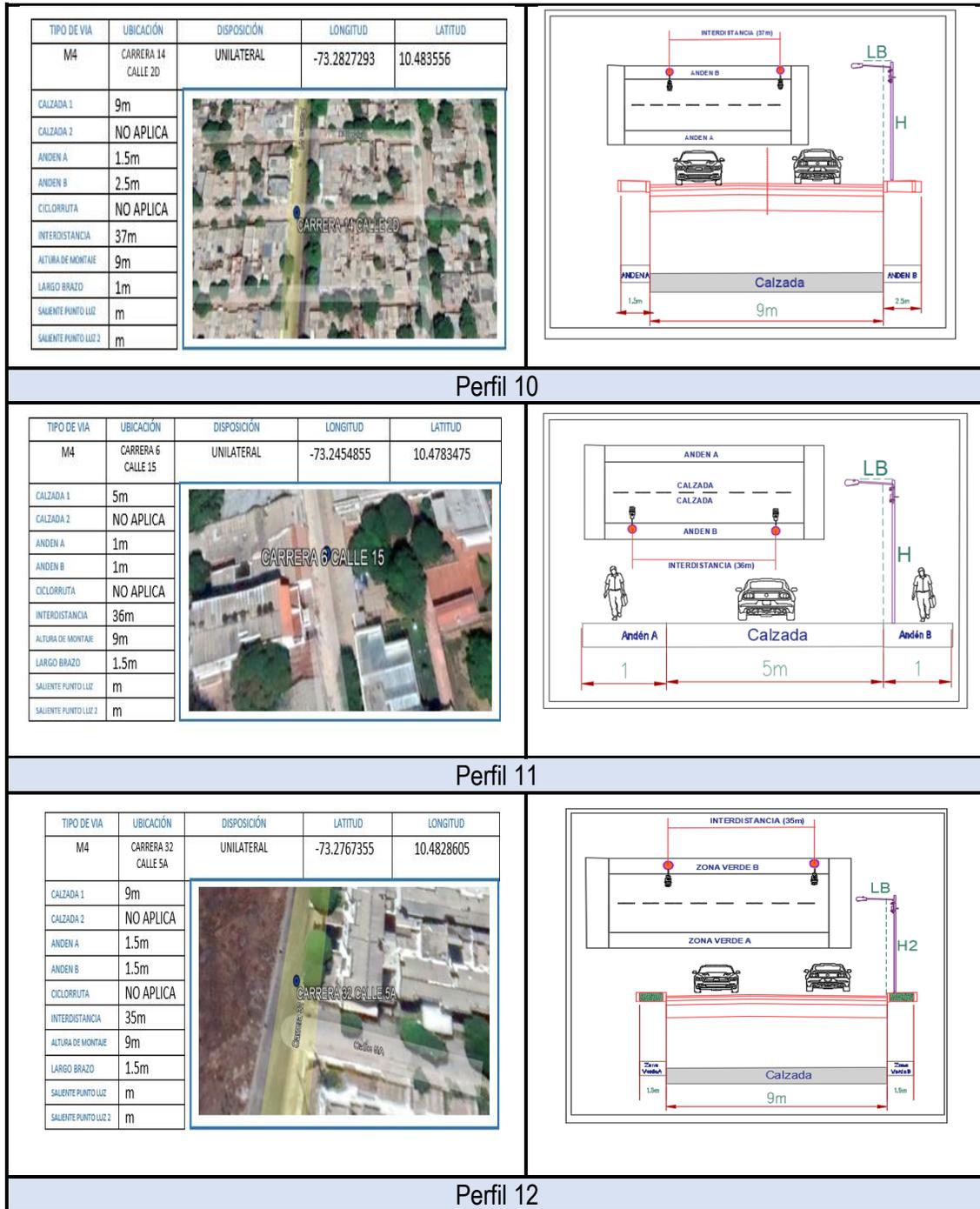


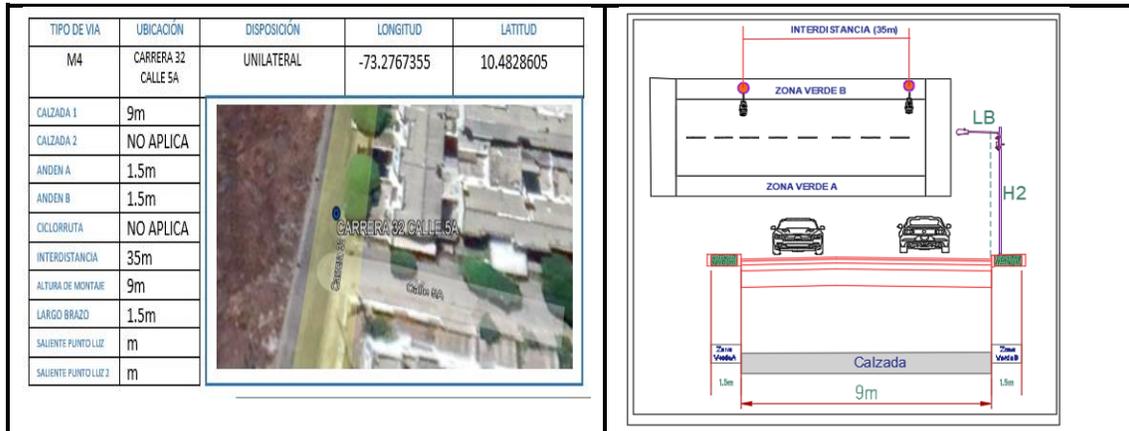
Perfil 8

TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M4	CARRERA 8 CALLE 14	UNILATERAL	-73.247406	10.4771073
CALZADA 1	6m			
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	1m			
ANDÉN B	1m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	38m			
ALTURA DE MONTAJE	9m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALENTE PUNTO LUZ	m			
SALENTE PUNTO LUZ 2	m			

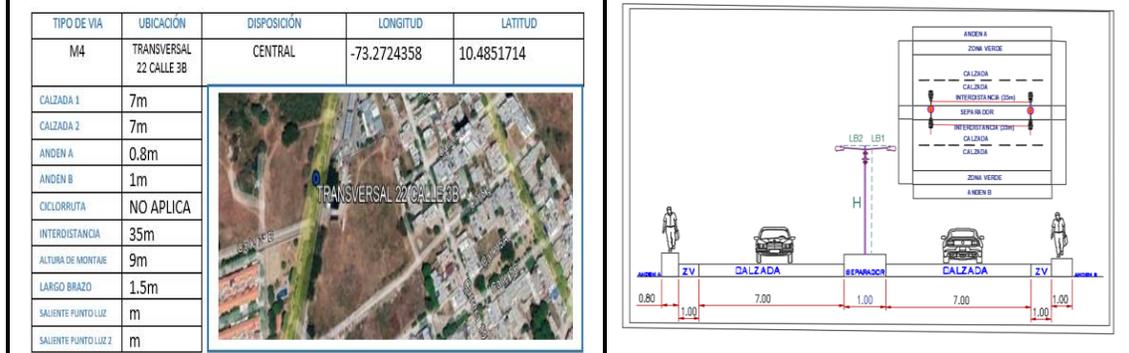


Perfil 9

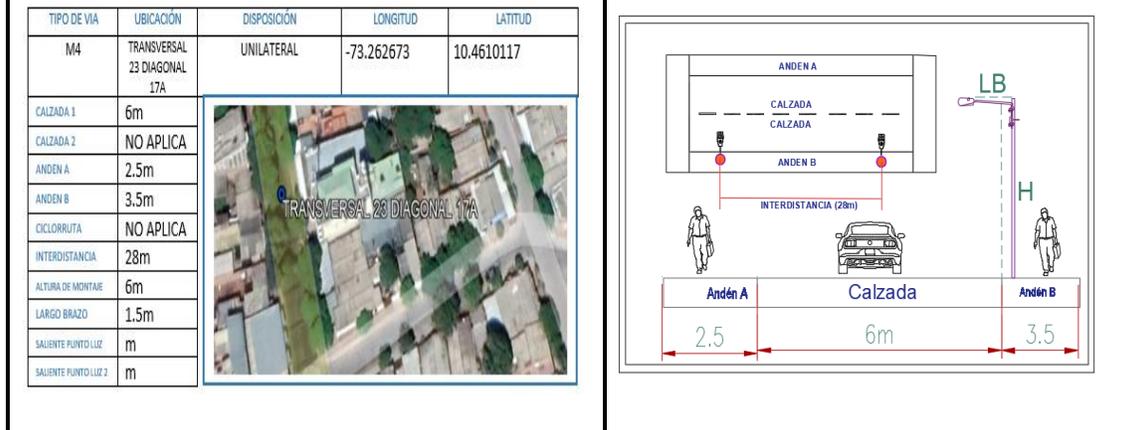




Perfil 13



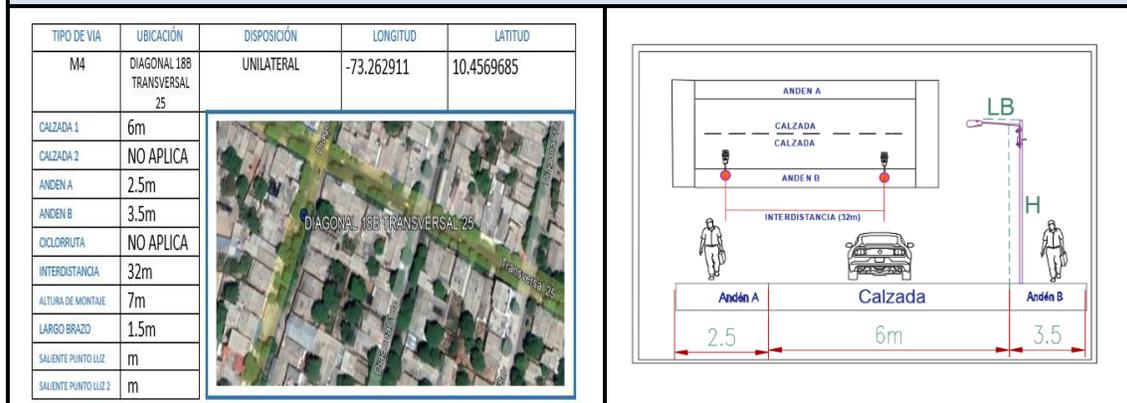
Perfil 14



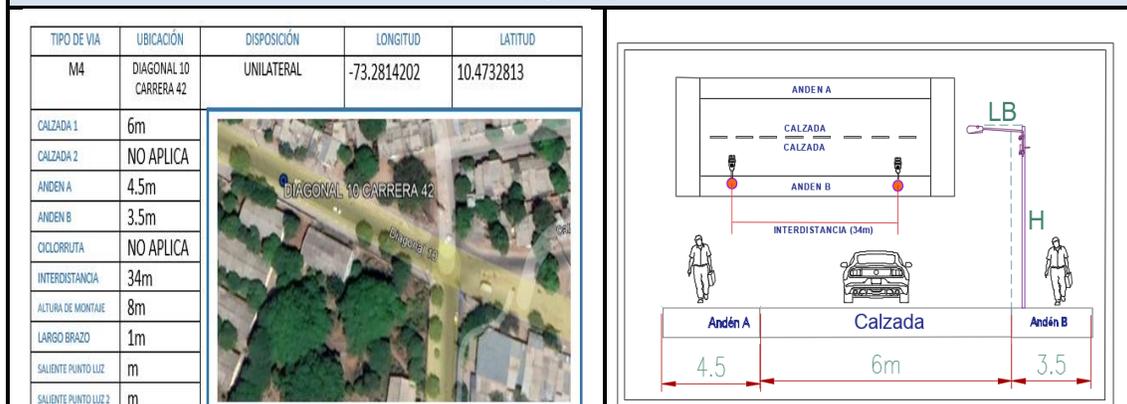
Perfil 15



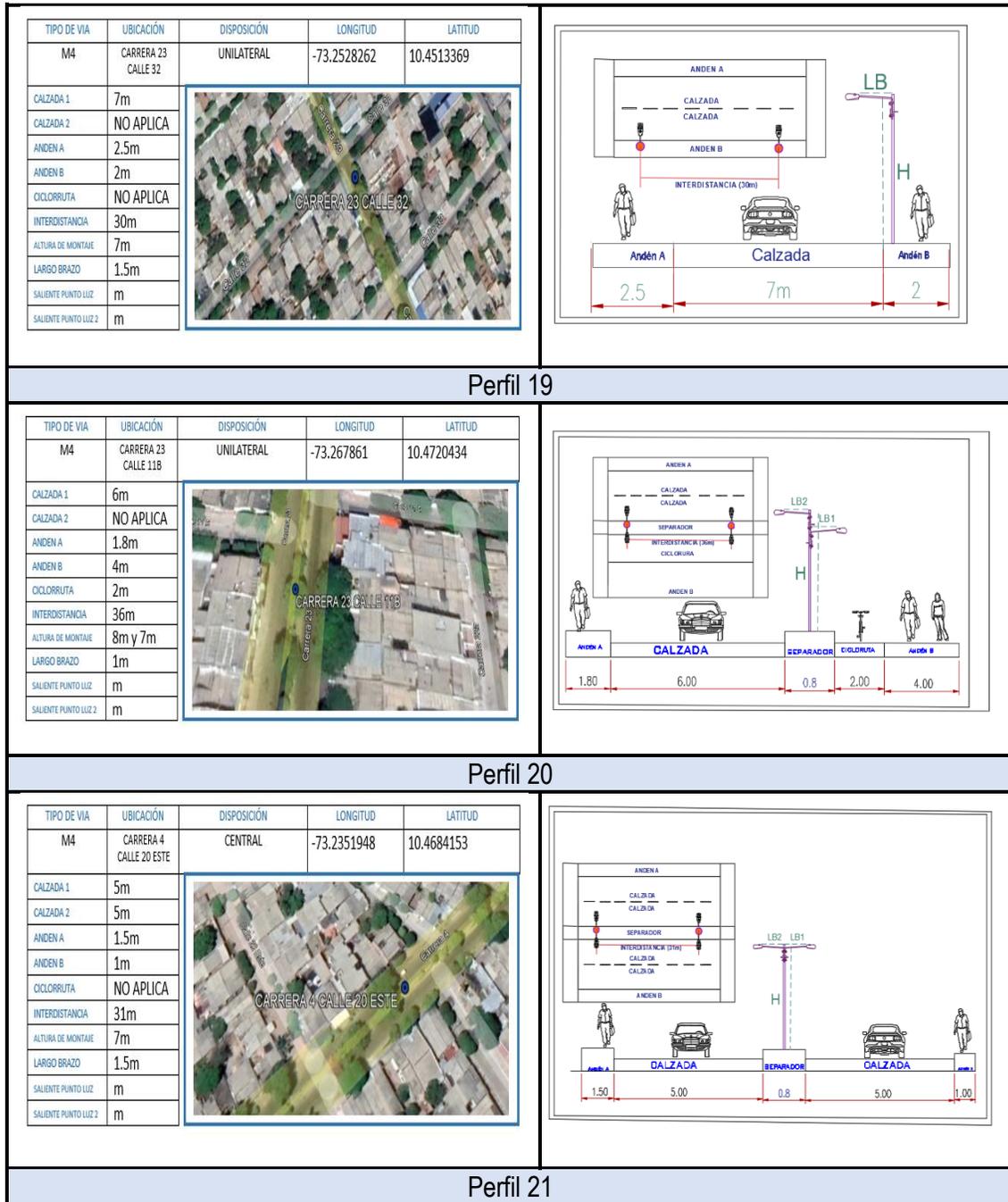
Perfil 16

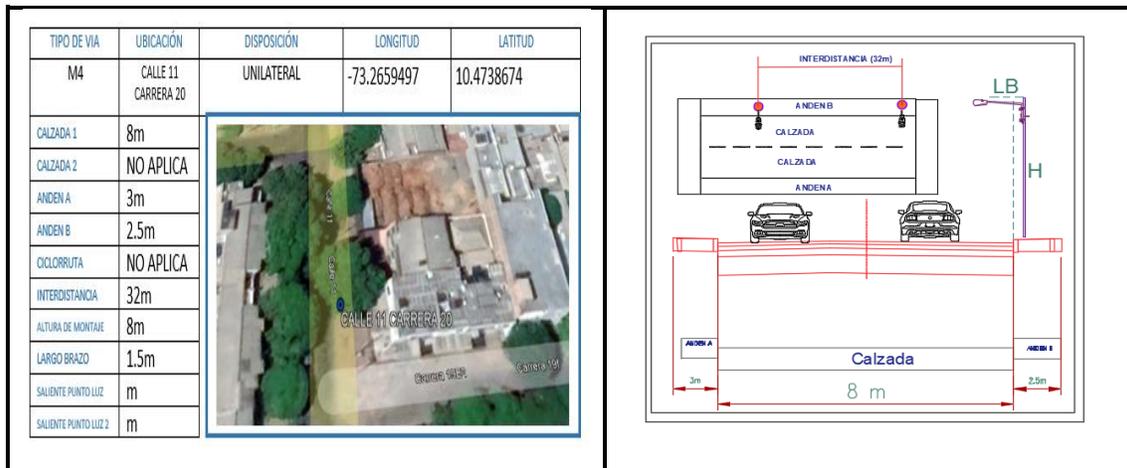


Perfil 17



Perfil 18





DISEÑOS DE ILUMINACIÓN MEDIANTE TRES ALTERNATIVAS

Si guiendo el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP se definen los niveles mínimos de luminancia e iluminancia requeridas de acuerdo con los perfiles tipo identificados anteriormente. Los niveles mínimos exigidos son:

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m^2) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral Tl % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

En la tabla anterior se relacionan los niveles de luminancia con los que deben cumplir los diseños de acuerdo a la clasificación de la vía, sin embargo, el RETILAP establece niveles de iluminancia para las vías M4 de acuerdo al tipo de superficie a intervenir, como se relaciona a continuación.

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} / E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Así mismo, se establecen los niveles de iluminancia para senderos peatonales y de ciclistas y zonas críticas.

ILUMINANCIA PARA SENDEROES PEATONALES, CICLORUTAS Y ZONAS CRÍTICAS					
Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)		Clase de iluminación	Iluminancia Mínima Mantenido (luxes) (Sobre toda la superficie)	Uniformidad general $U_o \geq$ (%)
	Valor promedio	Valor mínimo			
P1	20,0	7,5	C0	50	40
P2	10,0	3,0	C1	30	40
P3	7,5	1,5	C2	20	40
P4	5,0	1,0	C3	15	40
P5	3,0	0,6	C4	10	40
P6	1,5	0,2	C5	7.5	40
P7	No aplica	No aplica			

METODOLOGIA DE DISEÑO APLICADA

Con los perfiles tipo del municipio establecidos y con la referencia de los parámetros de diseño enunciados de acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público se define la metodología a implementar para la simulación y definición de las características técnicas de los equipos de iluminación, altura de montaje, temperatura de color, índice de reproducción cromática, índices de protección y demás características eléctricas y mecánicas que requieren los equipos de iluminación.

- g) Determinar la categoría del proyecto de acuerdo al impacto
- h) Identificación de los vanos críticos y perfiles establecidos para el diseño luminotécnico.
- i) Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- j) Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- k) Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- l) Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 1 – VÍA M4						
PERFIL 1 - AV FRANCISCO EL HOMBRE CRA 19D						
TIPO DE VÍA M4	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	45 W	45 W	45 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom \geq 0.8	0.83	1.11	1.09
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo \geq 40	60	56	49
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI \leq 10	7	10	10
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI \geq 0.5	0.65	0.9	0.77
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom \geq 0.8	0.85	1.11	1.09
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo \geq 40	59	56	0.5
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI \leq 10	7	10	10
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI \geq 0.5	0.66	0.9	0.8
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	\geq 7.5	12.32	10.95	11.21
	Uniformidad	%	Uo \geq 40	49	67	64
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	$>$ 7.5	12.16	9.28	11.14
	Uniformidad	%	Uo \geq 40	50	67	0.65
CICLORUTA	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	$>$ 10	10.45	9.28	10.26
	Uniformidad	%	Uo \geq 40	71	80	73
ALTERNATIVA 1				CUMPLE		
ALTERNATIVA 2				CUMPLE		
ALTERNATIVA 3				CUMPLE		

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 2 – VÍA M4

PERFIL 2-CALLE 1 CON CARRERA 24						
TIPO DE VÍA M4	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	50 W	55W	57.7w
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.8	0.93	0.88
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	51	53	57
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	6	9	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.64	0.91	0.79
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.8	0.91	0.87
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	50	52	58
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	6	9	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.64	0.91	0.8
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	7.69	7.67	9.37
	Uniformidad	%	Uo>=40	60	73	80
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	7.65	7.88	9.33
	Uniformidad	%	Uo>=40	60	71	0.81
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>10	10.35	16.5	11.29
	Uniformidad	%	Uo>=40	72	45	66

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 3 – VÍA M4

PERFIL 3 CALLE 11 CARRERA 20						
TIPO DE VÍA M5	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	65 W	57 W	57.7 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.80	0.8	0.86	0.82
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	53	60	45
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	6	14	15
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.7	0.74	53
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10			
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5			
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	7.68	8.11	7.59
	Uniformidad	%	Uo>=40	58	60	41
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	7.85	8.53	7.67
	Uniformidad	%	Uo>=40	50	45	43
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>10			
	Uniformidad	%	Uo>=40			

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 4 – VÍA M4

PERFIL 4 - CARRERA 12 CALLE 15						
TIPO DE VÍA M4	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	50.1 W	45 W	50 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.80	0.8	0.89	0.98
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	52	58	42
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	10	11
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.61	0.91	0.77
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.8	0.88	0.95
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	51	57	43
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	11	11
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.61	0.92	0.78
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	10.01	8.8	8.73
	Uniformidad	%	Uo>=40	45	64	63
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	7.5	7.53	7.57
	Uniformidad	%	Uo>=40	53	67	68
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>10			
	Uniformidad	%	Uo>=40			

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 5 – VÍA M4

PERFIL 5 - CARRERA 23 CALLE 11B						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M4	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	45 W	39.2 W	39.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.80	0.87	0.83	0.92
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	47	55	49
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	7	10	10
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.6	0.84	0.73
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.88	0.82	0.89
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	48	55	48
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	7	10	10
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.59	0.83	0.73
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	11.14	9.06	9
	Uniformidad	%	Uo>=40	43	60	63
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	9.8	8.1	7.89
	Uniformidad	%	Uo>=40	41	59	58
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>10			
	Uniformidad	%	Uo>=40			

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 6 – VÍA M4

PERFIL 6 M4 -CALLE 16 CARRERA 19D						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M5	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	50.1 W	50 W	48 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.80	0.83	0.86	0.88
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	56	75	71
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	7	8	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.57	0.9	0.7
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.82	0.86	0.88
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	56	75	71
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	7	8	8
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.55	0.9	0.69
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	8.85	10.54	8.56
	Uniformidad	%	Uo>=40	42	64	51
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5	7.8	10.25	7.6
	Uniformidad	%	Uo>=40	7.71	62	47

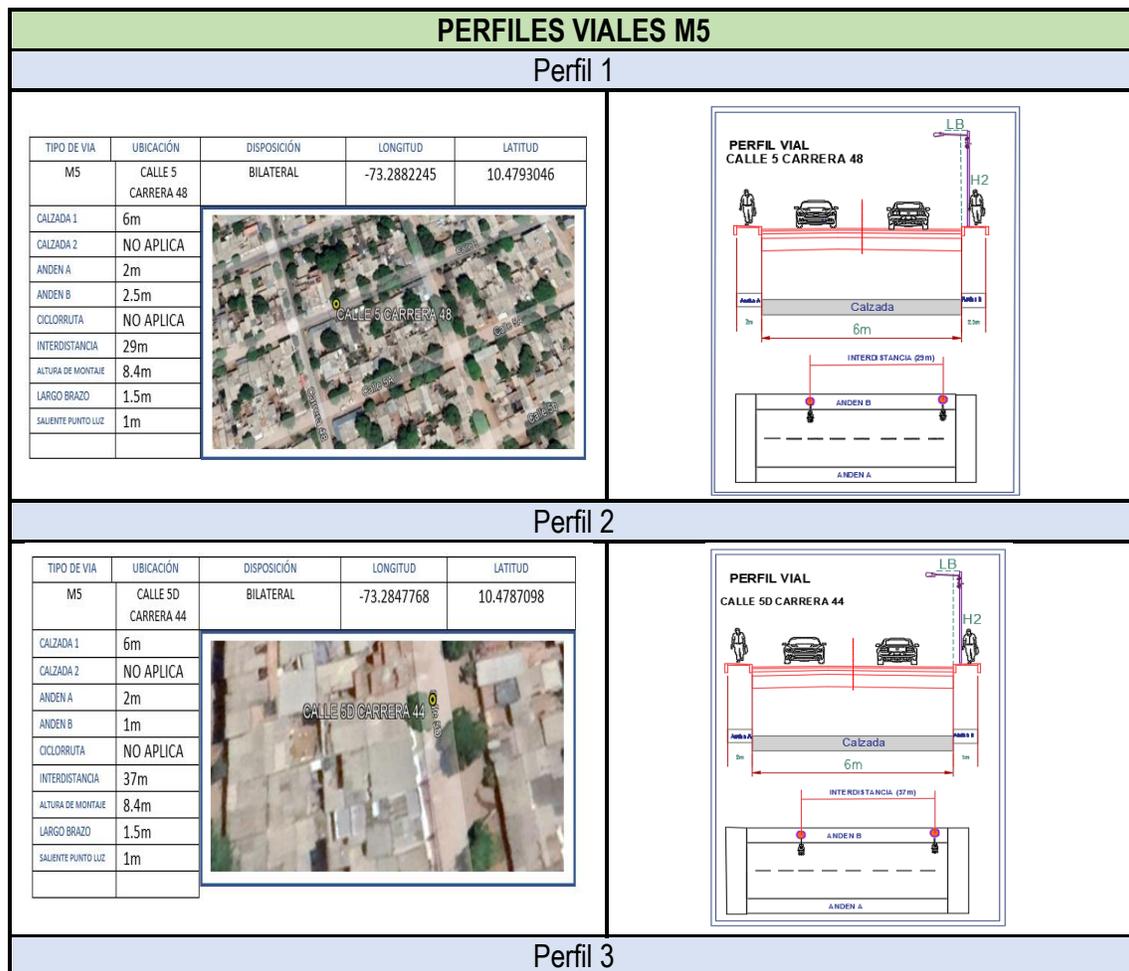
RESULTADOS FOTOMÉTRICOS – PERFIL 7 – VÍA M4

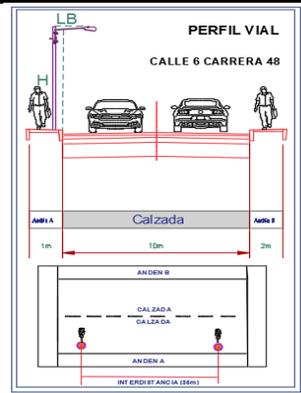
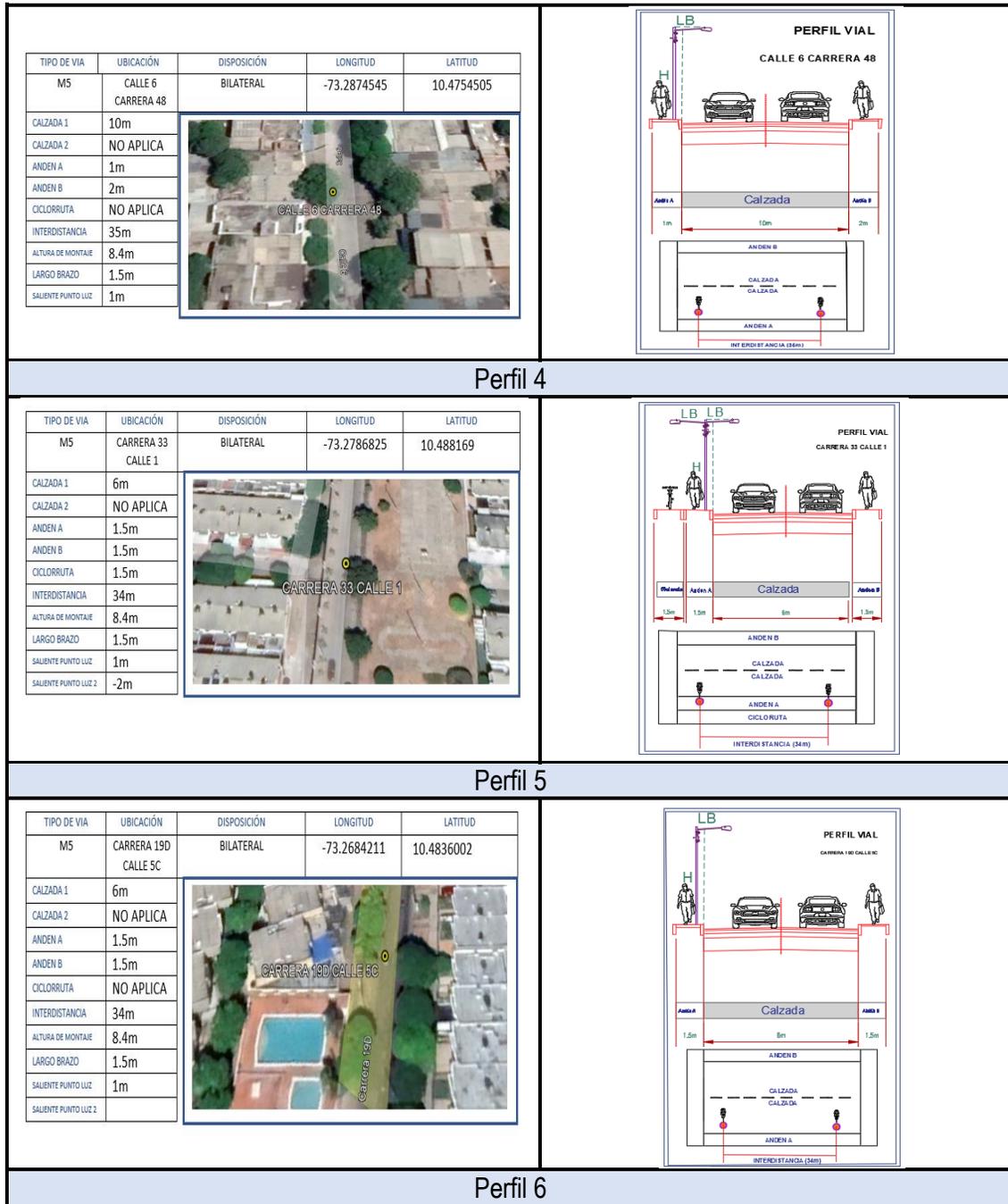
PERFIL 7 - TRANSVERSAL 22 CALLE 3B						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M4	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	39.7 W	39.2 W	39.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.80	0.83	0.87	0.9
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	46	55	44
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	11	11
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.56	0.85	0.7
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.8	0.83	0.85	0.9
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	47	55	49
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=10	8	11	11
	Factor de Uniformidad Longitudinal (UI)	%	UI>=0.5	0.57	0.85	0.7
ANDEN A	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>=7.5	8.21	8.39	7.7
	Uniformidad	%	Uo>=40	47	0.63	62
ANDEN B	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>7.5			
	Uniformidad	%	Uo>=40			
CICLORUTA	Iluminancia Horizaontal Promedio	Luxes	>10			
	Uniformidad	%	Uo>=40			

ALTERNATIVA 1	CUMPLE
ALTERNATIVA 2	CUMPLE
ALTERNATIVA 3	CUMPLE

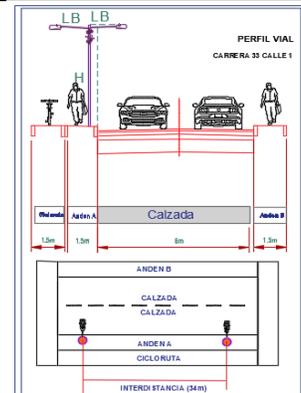
METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS M5

La caracterización del municipio se realizó mediante la selección de las vías principales y la medición de los parámetros como flujo vehicular y velocidad de tránsito los cuales definen la clasificación establecida en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, si bien se establecieron las vías M3 y M4, las vías M5 del municipio de Valledupar son las que presentan un flujo vehicular bajo a velocidades en las que el usuario de las vías no presenta inconvenientes en la aparición de obstáculos en la vías, por lo que los parámetros lumínicos son inferiores a las áreas que ya se sometieron al respectivo estudio luminotécnico.

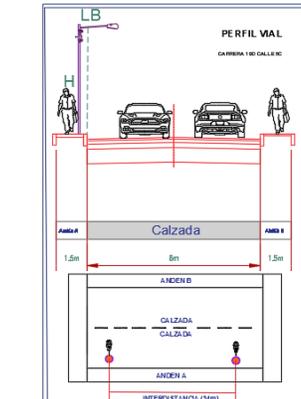




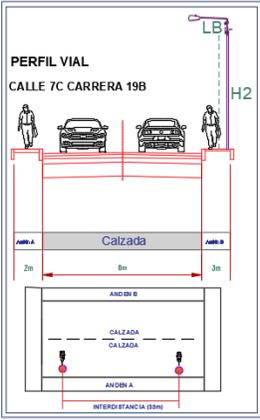
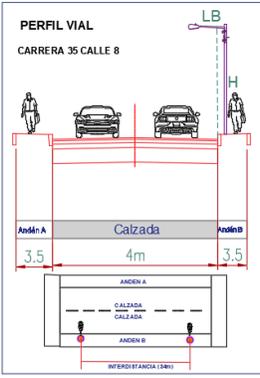
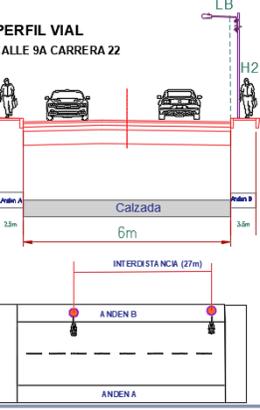
Perfil 4



Perfil 5



Perfil 6

TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	CALLE 7C CARRERA 19B	BILATERAL	-73.2645283	10.479421
CALZADA 1	6m		<p>PERFIL VIAL CALLE 7C CARRERA 19B</p> 	
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2m			
ANDÉN B	3m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	33m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALIENTE PUNTO LUZ	1m			
SALIENTE PUNTO LUZ 2	-1m			
Perfil 7				
TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	CARRERA 35 CALLE 8	BILATERAL	-73.2759468	10.4741415
CALZADA 1	4m		<p>PERFIL VIAL CARRERA 35 CALLE 8</p> 	
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	3.5m			
ANDÉN B	3.5m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	34m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALIENTE PUNTO LUZ	1m			
SALIENTE PUNTO LUZ 2				
Perfil 8				
TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	CALLE 9A CARRERA 22	BILATERAL	-73.2686091	10.4761112
CALZADA 1	6m		<p>PERFIL VIAL CALLE 9A CARRERA 22</p> 	
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2.5m			
ANDÉN B	3.5m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	27m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALIENTE PUNTO LUZ	1m			
SALIENTE PUNTO LUZ 2				
Perfil 9				



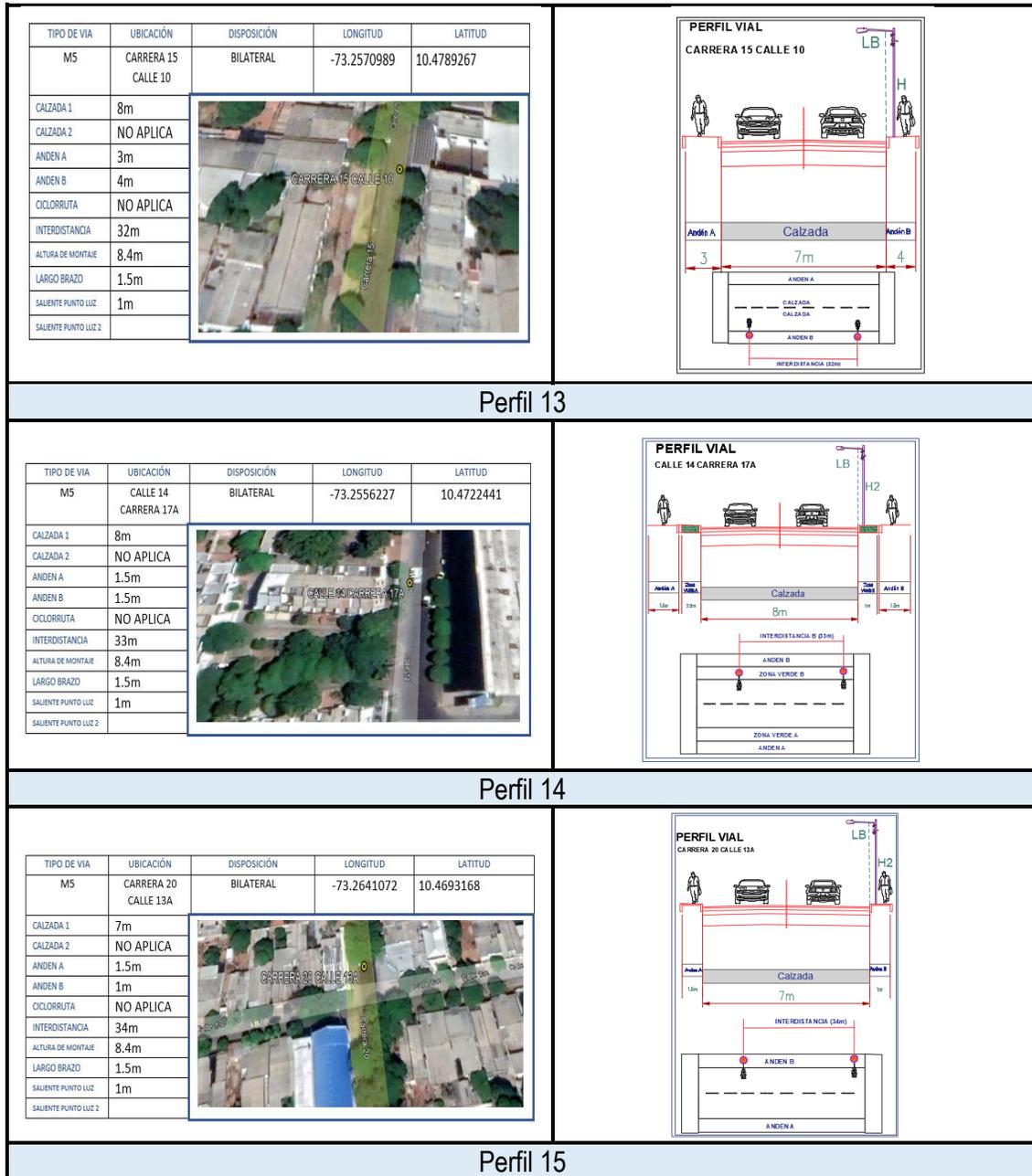
Perfil 10



Perfil 11



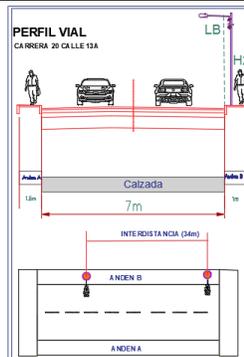
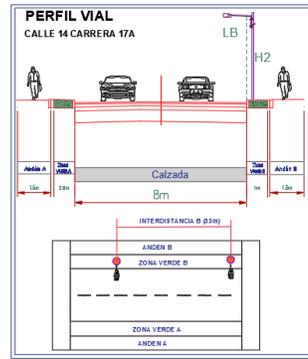
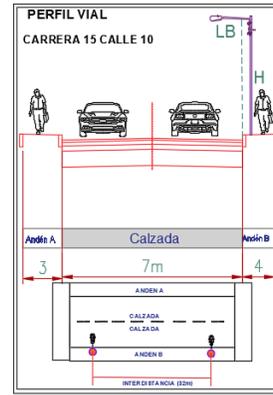
Perfil 12



Perfil 13

Perfil 14

Perfil 15



TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	CALLE 16C CARRERA 19C	BILATERAL	-73.2583889	10.4661136
CALZADA 1	6m			
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2m			
ANDÉN B	1.5m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	30m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALENTE PUNTO LUZ	1m			
SALENTE PUNTO LUZ 2				

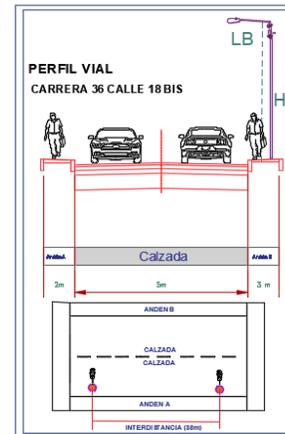
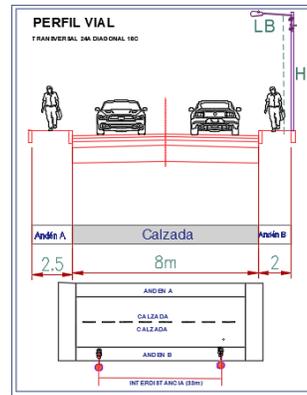
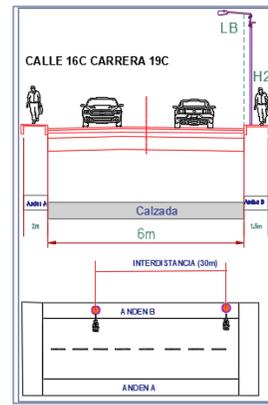
TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	TRANSVERSAL 24A DIAGONAL 16C	BILATERAL	-73.2661777	10.4602903
CALZADA 1	8m			
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2.5m			
ANDÉN B	2m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	30m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALENTE PUNTO LUZ	0.5m			
SALENTE PUNTO LUZ 2				

TIPO DE VIA	UBICACIÓN	DISPOSICIÓN	LONGITUD	LATITUD
M5	CARRERA 36 CALLE 18 BIS	BILATERAL	-73.2748344	10.450952
CALZADA 1	5m			
CALZADA 2	NO APLICA			
ANDÉN A	2m			
ANDÉN B	3m			
CICLORRUTA	NO APLICA			
INTERDISTANCIA	38m			
ALTURA DE MONTAJE	8.4m			
LARGO BRAZO	1.5m			
SALENTE PUNTO LUZ	-1m			
SALENTE PUNTO LUZ 2				

Perfil 16

Perfil 17

Perfil 18





Perfil 19



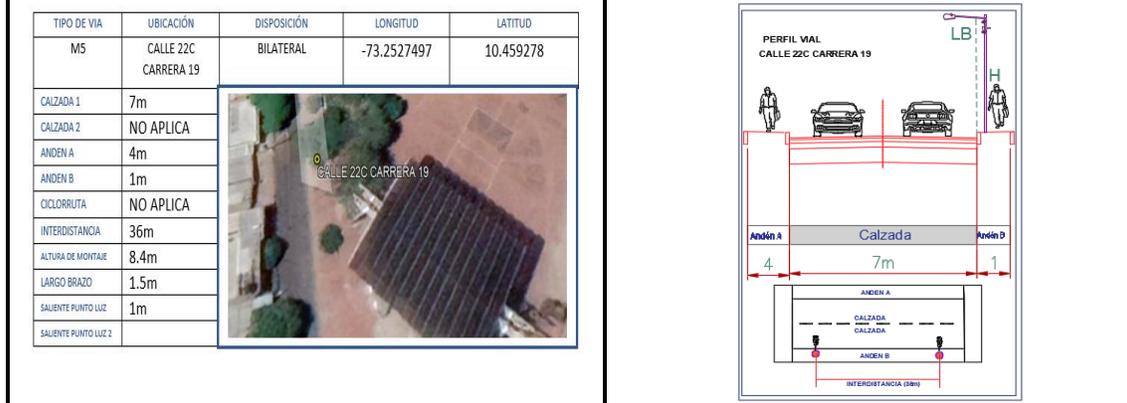
Perfil 20



Perfil 21



Perfil 22



Perfil 23



Perfil 24



NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN Y METODOLOGÍA DE DISEÑO APLICADA

Siguiendo el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP se definen los niveles mínimos de luminancia e iluminancia requeridas de acuerdo con los perfiles tipo identificados anteriormente. Los niveles mínimos exigidos son:

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

En la tabla anterior se relacionan los niveles de luminancia con los que deben cumplir los diseños de acuerdo a la clasificación de la vía, sin embargo, el RETILAP establece niveles de iluminancia para las vías M3, M4 y M5 de acuerdo al tipo de superficie a intervenir, como se relaciona a continuación.

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} / E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Así mismo, se establecen los niveles de iluminancia para senderos peatonales y de ciclistas y zonas críticas.

ILUMINANCIA PARA SENDEROES PEATONALES, CICLORUTAS Y ZONAS CRÍTICAS					
Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)		Clase de iluminación	Iluminancia Mínima Mantenido (luxes) (Sobre toda la superficie)	Uniformidad general $U_o \geq$ (%)
	Valor promedio	Valor mínimo			
P1	20,0	7,5	C0	50	40
P2	10,0	3,0	C1	30	40
P3	7,5	1,5	C2	20	40
P4	5,0	1,0	C3	15	40
P5	3,0	0,6	C4	10	40
P6	1,5	0,2	C5	7.5	40
P7	No aplica	No aplica			

METODOLOGIA DE DISEÑO APLICADA

Con los perfiles tipo del municipio establecidos y con la referencia de los parámetros de diseño enunciados de acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público se define la metodología a implementar para la simulación y definición de las características técnicas de los equipos de iluminación, altura de montaje, temperatura de color, índice de reproducción cromática, índices de protección y demás características.

- m) Determinar la categoría del proyecto de acuerdo al impacto
- n) Identificación de los vanos críticos y perfiles establecidos para el diseño luminotécnico.
- o) Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- p) Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- q) Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- r) Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.

RESULTADO DE DISEÑOS FOTOMÉTRICOS DE LAS VÍAS M5

PERFIL 1 M5 CALLE 6 CARRERA 48						
TIPO DE VÍA M5	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	50.1 W	45 W	38.3W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.73	0.6	0.61
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	41	43	47
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	9	11	11
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5	6.76	9.97	7.21
	Uniformidad	%	Uo>=33	46	61	51
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5	5.05	5.12	6.39
	Uniformidad	%	Uo>=33	76	73	84

PERFIL 2 M5 CALLE 9A CARRERA 22						
TIPO DE VÍA M5	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	28.3 W	39.2 W	28.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.78	0.7	0.78
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	47	54	47
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	8	9	8
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5	9.35	8.77	9.35
	Uniformidad	%	Uo>=33	58	66	58
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5	5.35	6.49	5.35
	Uniformidad	%	Uo>=33	49	71	49

PERFIL 3 M5 CALLE 33 CARRERA 25						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M5	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	35 W	40 W	39.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.67	0.6	0.69
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	48	62	57
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	6	10	9
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5	8.35	5.47	7.56
	Uniformidad	%	Uo>=33	35	51	50
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5	5.53	6.66	5.88
	Uniformidad	%	Uo>=33	37	45	37

PERFIL 4 M5 CARRERA 4 CALLE 30A						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M5	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	32 W	32 W	28.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.77	0.74	0.88
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	43	57	42
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	9	12	10
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.77	0.74	0.89
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	42	57	42
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	8	12	10
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5	7.69	7.24	5.13
	Uniformidad	%	Uo>=33	35	49	39
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5	7.69	7.24	5.13
	Uniformidad	%	Uo>=33	34	49	39

PERFIL 5 M5 CARRERA 15 CALLE 10						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M5	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	32 W	32 W	28.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5			
	Uniformidad	%	Uo>=33			
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5			
	Uniformidad	%	Uo>=33			

PERFIL 6 M5 CALLE 14 CARRERA 17A						
TIPO DE VÍA	PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
M5	ÍTEM	UNIDAD	NIVEL EXIGIDO	39.7 W	45 W	39.3 W
CALZADA 1	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60	0.63	0.6	0.61
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40	43	46	50
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15	7	11	10
CALZADA 2	Luminancia promedio (Lprom)	cd/m2	Lprom>=0.60			
	Factor de Uniformidad (Uo)	%	Uo>=40			
	Índice de deslumbramiento (TI)	%	TI <=15			
ANDEN A	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>=5	5.52	5.63	6.98
	Uniformidad	%	Uo>=33	55	62	67
ANDEN B	Iluminancia Horizontal Promedio	Luxes	>5	6.3	8.94	7.04
	Uniformidad	%	Uo>=33	40	55	49

De acuerdo con los diseños fotométricos, análisis del mercado de los equipos de iluminación conforme a los avances tecnológicos que se tienen hoy en día, las características técnicas para las luminarias que se requieren para el parque lumínico del municipio de Valledupar deber tener como mínimo las siguientes especificaciones.

ITEM	ESPECIFICACIÓN MÍNIMA
NOMBRE DEL FABRICANTE	
PAIS DE ORIGEN	
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO RETILAP DE LUMINARIA	
MARCACION DE LA LUMINARIA	FABRICANTE
	MODELOS Y REFERENCIA
	MES Y AÑO DE FABRICACIÓN
	CÓDIGO FABRICANTE
	POTENCIA ELÉCTRICA
	TENSIONES DE CONEXIÓN
	IP e IK CONJUNTO ÓPTICO
	IP e IK CONJUNTO ELÉCTRICO
TIPO DE AISLAMIENTO	
NOMBRE DEL MUNICIPIO	
GARANTÍA TOTAL OFRECIDA POR LUMINARIA	≥ 5 AÑOS.
GARANTÍA TOTAL OFRECIDA PARA EL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL.	≥ 5 AÑOS.
MARCA, MODELO Y DATOS DEL MODULO LED.	
MARCA, MODELO Y DATOS DEL LENTE MODULO LED.	
EFICACIA DE LA LUMINARIA COMPLETA (LM/W).	≥ 130 (LM/W)
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (CCT)	ENTRE 4000K a 5700K
ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR (Ra)(CRI).	≥ 70
VIDA ÚTIL L70 O SUPERIOR, DE ACUERDO A IES LM-80 Y TM-21 (LED).	≥100.000 h
GRADO DE PROTECCIÓN DEL CONJUNTO ÓPTICO Y DEL CONJUNTO LED DE LA LUMINARIA. -IP	IP ≥ 66
GRADO DE CHOQUE DEL CONJUNTO ÓPTICO DEL COVER. - IK	IK ≥ 10
CLASE DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO DE LA LUMINARIA.	CLASE I / II
CALIBRE DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA.	≤ 14 AWG
TENSIÓN NOMINAL DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA EN VOLTIOS	120V a 277 V,
FRECUENCIA (Hz) NOMINAL DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA.	60 Hz
FACTOR DE POTENCIA	≥ 0.9
DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL (THD) DE CORRIENTE A TENSIÓN NOMINAL.	≤ 20%
POTENCIA (W) TOTAL (INCLUYENDO LAS PERDIDAS DEL DRIVER).	De 20 a 32w
	De 33 a 42W
	De 43 a 65W
	De 65 a 100W
NOTA. EL PROPONENTE DEBERÁ INDICAR LA EQUIVALENCIA DE SUS POTENCIAS.	
CORRIENTE MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL MODULO LED	1100mA
MARCA, MODELO Y DATOS DEL DRIVER.	
VIDRIO DIFUSOR	NO DEBE CONTENER
EL DRIVER CON PUERTO DE ENTRADA PARA OPERAR O FUNCIONAR COMO ACTUADOR CON SISTEMA DE TELE GESTIÓN.	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MINIMO 0-10V.
TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL ELECTRÓNICO.	≤ 85°C
CLASE DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO DEL DRIVER	CLASE I Y II

ITEM	ESPECIFICACIÓN MÍNIMA
PROTECCIÓN CONTRA ALTAS TEMPERATURAS CRÍTICAS EN MÓDULO LED.	CON PROTECCIÓN DE FLUJO DE CORRIENTE CUANDO SUPERA LA TEMPERATURA MÁXIMA.
CONEXIONES ELÉCTRICAS ENTRE ELEMENTOS.	SE POSEEN CONEXIONES DIRECTAMENTE ON BOARD.
EXTREMOS DE CONDUCTORES INTERNOS DE LUMINARIA.	SE POSEEN CONEXIONES DIRECTAMENTE ON BOARD.
LUMINARIA PROTEGIDA CONTRA SOBRETENSIÓN A TRAVÉS DEL USO DE LA PROTECCIÓN EXTERNA. TIPO PROTECCIÓN.	DPS 10KA
BASE PARA FOTOCONTROL.	NEMA7 (7 PINES) PRECABLEADA AL DRIVER PARA PERMITIR TELEGESTIÓN
Software para diseños fotométricos	DIALUX 4.13 O SUPERIOR
Factor de Mantenimiento para diseños fotométricos	0.91
PESO TOTAL EN KG DE LA LUMINARIA.	ENTRE 3KG Y 6 KG
CUERPO DE LA LUMINARIA (CARCASA).	ALUMINIO FUNDIDO A PRESIÓN
ACABADO DE LA CARCASA.	PINTURA ELECTROSTÁTICA 10 AÑOS DE GARANTÍA
DISIPADOR DE CALOR.	CUERPO DE LUMINARIA DISEÑADO PARA DISIPAR EL CALOR DEL MÓDULO EXTERIOR.
CARCASA OPCIONALMENTE PODRÁ ESTAR PROVISTA DE APOYOS ADICIONALES PARA FACILITAR LA INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONTROL O TELE GESTIÓN.	OPCIONAL
DRIVER SUPRESOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS A LA ENTRADA.	DRIVER CON PROTECCIÓN DE 10KV, 10KA, SURGE PROTECCIÓN.
NINGUNO DE LOS ELEMENTOS O PARTES TANTO EXTERNOS COMO INTERNOS DE LA LUMINARIA DEBEN PRESENTAR REBABAS, PUNTOS O BORDES CORTANTES.	GABINETE DE ALUMINIO INYECTADO EN UNA SOLA PIEZA CON PULIMENTO Y ACABADO FINO.
CARCAZA DE LA LUMINARIA CON AISLAMIENTO ELÉCTRICO.	CLASE I / II
EL DISEÑO DE LA LUMINARIA PERMITIRÁ, COMO MÍNIMO, LA REPOSICIÓN DEL MÓDULO LED Y EL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL ELECTRÓNICO DE MANERA INDEPENDIENTE.	DISEÑO MODULAR DE LUMINARIA.
EL COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO ELÉCTRICO DEBE ESTAR DISEÑADO CON ACCESO PARA FACILITAR EL MANTENIMIENTO.	CON ACCESO INFERIOR
ENTRADA DE CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A LA LUMINARIA.	SEGÚN DISEÑO DE LA LUMINARIA

La modernización de la infraestructura y expansión prioritaria del sistema de alumbrado público de Valledupar sería de la siguiente manera.

INVENTARIO LUMINARIAS VALLEDUPAR			LUMINARIAS A INSTALAR			
TECNOLOGIA	CANTIDAD LUMINARIAS ACTUAL	LUMINARIAS A MODERNIZAR	TECNOLOGIA	RANGO	LUMINARIAS A MODERNIZAR	EXPANSIÓN INICIAL
SODIO	26210	26210	LED	20-32 W	7134	357
MERCURIO	29	29	LED	33-42 W	20790	1040
MIXTA	81	81	LED	43-65 W	4454	223
LED	6051	6051	LED	66-90 W	2974	149
INCANDESCENTE	432	432	LED	91-120 W	332	0
HALOGENA	136	136	LED	REF 100W	211	0
AHORRADORA	346	346	LED	REF 200W	585	0
MTH	2838	2838		REF 400W	15	0
Fluorescente	40	40				
TOTAL	36163	36163			36495	1769
				TOTAL	38264	

Atentamente,



JUAN CARLOS OQUENDO

Ingeniero Electricista – MP. CN-20529096 CND

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Actualmente el municipio de Valledupar presta el servicio de alumbrado público directamente, haciendo expansiones y la operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público del Municipio.
2. El municipio finalizó la concesión existente en el mes de abril 2022, por tanto todas las expansiones que se han realizado son con recursos propios, derivados del recaudo del impuesto de alumbrado público que se encuentra estipulado desde el año 2018 mediante ACUERDO No. 015, del 28 de noviembre de 2018 "POR EL CUAL SE EXPIDE EL ESTATUTO TRIBUTARIO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR". municipal 025 del 28 de diciembre del 2017.
3. El suministro de energía se hace a través de facturación directa por parte del operador de red incumbente AFINIA S.A. E.S.P., ya que el municipio no cuenta con un contrato suscrito para el suministro de energía eléctrica para la prestación del servicio de alumbrado público.
4. La tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable para el servicio de alumbrado público en el municipio, debido a que no se cuenta con contrato de suministro de energía, para el mes de junio 2022 en nivel de tensión 2 es de \$690,5. Toda vez, que es tratado como usuario regulado, nivel de tensión II, de acuerdo con la regulación de la CREG, resoluciones 101 013 de 2022, 015 de 2018 y la regulación de la actividad de comercialización de energía.
5. Es necesario que el municipio adelante una convocatoria pública para la compra de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público, en cumplimiento con el decreto 943 de 2018; con la suficiente anticipación; de tal forma que le permita obtener tarifas competitivas, conforme las realidades del mercado.
6. Es conveniente y necesario contar con un contrato de energía a largo plazo, tipo pague lo demandando, así se controla un riesgo de la variación del costo de energía mensual o estar expuesto a los precios de bolsa de energía.
7. Actualmente el costo del servicio de energía eléctrica corresponde a más del 50% del costo total del servicio, por lo cual es importante no solo reducir el consumo por efectos de la modernización del sistema, si no contar con un costo eficiente del kWh.
8. El municipio cuenta actualmente con 36.163 luminarias, de las cuales 30.112 luminarias son en tecnología en sodio, halogenuros y otras tecnologías; por lo que se recomienda al municipio adelantar un proyecto de modernización del Servicio de Alumbrado Público para la optimización de este.
9. En el presente estudio se estructuraron las Unidades Constructivas de Alumbrado Público – UCAP, y se desarrolló la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 para determinar los costos máximos de Energía (CSEE), Inversión (CINV), Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), Otros Costo (COTR).
10. El presente estudio estructura cuatro (4) esquemas financieros para línea de tiempo de 30, 25, 20 y 15 años, con base a los ingresos proyectados del impuesto de alumbrado público, teniendo en cuenta el promedio de ingresos actuales.
11. Los parámetros que se tuvieron en cuenta en la estructuración del estudio son:

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO ECONÓMICO	
INFORMACIÓN GENERAL DEL MODELO	
MUNICIPIO	VALLEDUPAR
DEPARTAMENTO	CESAR
ESTADO DEL CONTRATO	INICIAL
FECHA DE INICIO	2022
DURACIÓN DEL CONTRATO	30
FECHA DE FIN	2052
AÑO DE EJECUCIÓN	2023
DATOS CONFORME A LA RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022	
INVERSIÓN INICIAL	
TIR	12,09%
FAOML	9,70%
***Valor para 2022	
FAOMn	4,00%
COSTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	5,00%
ID	1,00
Eficacia luminosa = EF	140,00
k= Factor de ajuste por eficacia luminosa	1,08
COSTO DE LA UCAP	
COSTO DE INGENIERIA	5,50%
COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA OBRA	12,00%
COSTO DEL INSPECTOR	4,50%
COSTO DE INTERVENTORÍA	3,00%
COSTO DE LAS CERTIFICACIONES RETIE Y RETILAP	5,50%
COSTO FINANCIERO	1,60%
COSTOS AMBIENTALES DE LAS DISPONSIÓN DE RESIDUOS	0,00%
VARIABLES ECONÓMICAS Y DEL MERCADO	
IPC_PROYECCIÓN	4,00%
IPP_PROYECCIÓN	4,00%
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0,13%
COMISIÓN FIDUCIARIA: MEDIO SMMMLV_2021	\$ 4.000.000
INCREMENTO SMMLV	4,00%
IVA	19,00%
VARIABLES DE LA PROYECCIÓN FINANCIERA	
TARIFA ENERGÍA_PROYECCIÓN	\$691
INTERVENTORIA - INLCUIDO IVA	7,00%
ALUMBRADO NAVIDEÑO	2,00%
DESARROLLOS TECNOLÓGICO + SMART CITIES	2,00%
	5,00%
EXPANSIONES	14,00%
	235
	550
RENDIMIENTOS FINANCIEROS	0,20%
GASTOS FINANCIEROS	0,030%
TRÁMITES E IMPUESTOS	0,30%
VIDA UTIL UCAP'S	
	CREG 015 DE 2018
LUMINARIAS	15
LUMINARIAS - ZONA SALINA	7,5
BOMBILLAS	3,5
POSTES, REDES, CANALIZACIONES	35
TRANSFORMADORES	25
MEDIDORES	10

Las salidas (resultados) obtenidos son los siguientes:

VARIABLES	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 30 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 25 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 20 AÑOS	MODELO CREG 101 013 DE 2022 - 15 AÑOS
Número de luminarias instaladas actualmente	36.163	36.163	36.163	36.163
Número de luminarias instaladas en el último año de análisis	49.569	46.819	44.069	41.319
INVERSIONES ALIADO ESTRATEGICO				
1. MODERNIZACION No. 1 - año 1 (modernización luminarias municipio)				
1.1 Total luminarias modernizadas	38.264	38.264	38.264	38.264
1.2 Total inversión	\$ 61.198.219.394	\$ 61.198.219.394	\$ 61.198.219.394	61.198.219.394
INVERSIONES CON RECURSOS DEL IAP - EXPANSIÓN VEGETATIVA				
Expansión vegetativa - Nro Luminarias	14.360	10.435	6.510	3.055
Inversión	32.755.119.696	16.125.779.425	10.060.261.050	4.721.059.525
RESOLUCIÓN CREG 123 DE 2011				
Costos CINV (pesos constantes)	479.255.682.405	372.189.051.414	275.771.090.142	189.926.674.225
Costos VÚ (pesos constantes)	4.522.870.431	37.527.738.681	53.249.638.488	4.522.870.431
Costos CAOM (pesos constantes)	350.706.243.587	263.776.757.234	189.963.850.522	128.256.503.997
Costos de energía CSEE (pesos constantes)	311.342.153.175	238.279.787.507	175.478.645.598	122.249.653.708
VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO				
Saldo al final del ejercicio	4.679.597.110	- 35.361.069.631	- 38.796.194.474	5.178.716.640

12. Para los proyectos de 30, 25 y 20 años, se plantean dos (2) inversiones, la segunda en el año 16, toda vez que las luminarias LED de acuerdo con la tabla 610.7.3. a. del RETILAP se estiman en 15 años.

Para que el proyecto sea viable, se debe contar con los recursos del impuesto de alumbrado público; por lo que; al menos, se deben mantener las tarifas actuales (diferenciando tarifas para autogeneradores con FNCER, así como los comercializadores diferente al comercializador incumbente) y se adelanten las gestiones de recaudo.

13. Las inversiones para la expansión vegetativa son con recursos del impuesto de alumbrado público, así como las inversiones para alumbrado navideño, ornamental, desarrollo tecnológico asociado al alumbrado público y los proyectos identificados en el plan de expansión anual.
14. Recomendación Técnica: La obligación de contar con sistema de alumbrado público que cuente con diseños de ingeniería de detalle, que los materiales y equipos a instalar cuenten con certificados RETIE y RETILAP, así como la certificación de conformidad de instalación. El sistema implementara el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) y contar con personal capacitado para la prestación eficiente del servicio de alumbrado público.
15. Recomendación regulatoria: En el presente estudio se determinó el costo techo (Price cap) mediante el desarrollo de la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022, determinando así los costos máximos de energía (CSEE), de Inversión (CINV) y de Administración, Operación y mantenimiento (CAOM). Los costos máximos son independientes del esquema empresarial que implemente el municipio para la prestación del servicio de alumbrado público.
16. Recomendación financiera: Es necesario que el prestador del servicio realice las acciones que se requieran para mantener el equilibrio financiero de la prestación del servicio.

14 ANEXOS

14.1 Unidades Constructivas de Alumbrado Público – UCAP

14.2 Esquema financiero periodo 30 años

14.3 Esquema financiero periodo 25 años

14.4 Esquema financiero periodo 20 años

14.5 Esquema financiero periodo 15 años