

ANEXOS

ANEXO A - OBJETIVOS

- Elaborar un estudio de la prestación del servicio de alumbrado público en un contexto internacional, con el fin, de obtener insumos para la actualización del esquema colombiano.
- Elaborar un estudio del estado actual de la prestación del servicio de alumbrado público a nivel nacional, con el fin, de realizar un diagnóstico sobre las buenas prácticas y puntos que requieran ser actualizados.
- Realizar una propuesta de actualización de la regulación vigente de la prestación del servicio de alumbrado público.
- Desarrollar herramientas que sirvan a los responsables de la prestación del servicio de AP como ayuda para la toma de decisiones.

ANEXO B - METODOLOGÍA

La metodología seguida para realizar la propuesta de actualización de la regulación vigente de la prestación del servicio de alumbrado público en Colombia se presenta a continuación.

1. **Análisis de información internacional:** Se elaboró un estudio de las principales características de la prestación del servicio de alumbrado público en diez países, dentro de los cuales se destacan Perú, España, México, Australia, Chile, Brasil, Reino Unido, Corea del Sur y Alemania. El estudio se desarrolló entorno a los aspectos legales, regulatorios, ambientales, económicos y técnicos de cada país.
2. **Análisis de información nacional:** Se elaboró un estudio de las principales características de la prestación del servicio de alumbrado público en Colombia, partiendo del marco legal, normativo, regulatorio y ambiental vigente. Dentro del estudio se recopiló información de diferentes fuentes tales como, el Departamento Nacional de Planeación DNP, el Organismo Nacional de Acreditación ONAC, La Asociación Colombiana de Distribuidores de Energía Eléctrica ASOCODIS, Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones de Colombia ANDESCO, FINDETER, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN, la Contraloría General de la Nación y el Ministerio de Minas y Energía.
3. **Análisis de la prestación del servicio de AP:** Con base en la información contenida en las encuestas que realizó la CREG a los municipios, prestadores del servicio y usuarios, se realizó un análisis sobre la prestación del servicio de AP, agrupando y cruzando los datos disponibles entorno a aspectos legales, regulatorios, ambientales, económicos y técnicos.
4. **Análisis de nuevas tecnologías:** Se realizó un estudio de los desarrollos tecnológicos más relevantes para la prestación del servicio de alumbrado público, estudiando los principales beneficios y retos de dichas tecnologías.
5. **Propuesta de actualización:** Con los insumos obtenidos de la información nacional e internacional recolectada y analizada, se realizó una propuesta de actualización de la regulación vigente. Esta propuesta de actualización está sustentada en las mejores prácticas encontradas a nivel nacional e internacional, así como, en los desarrollos tecnológicos.
6. **Productos:** Conjunto a la propuesta de actualización se realizaron una serie de productos que sirvan como herramientas para la toma de decisiones a los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público. Estas herramientas se desarrollaron con base en la información recolectada y los resultados de las encuestas realizadas por la CREG.

ANEXO C – Marco Normativo

A continuación, se presenta un resumen ejecutivo del marco normativo vigente para la prestación del servicio de alumbrado público.

Tabla 1. Contexto legal del servicio de Alumbrado Público en Colombia.

NORMA	TEMA
Ley 80 de 1993	Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.
Ley 143 de 1994	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.
Ley 697 de 2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
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.
Ley 1508 de 2012	Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público-Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones.
Ley 1672 de 2013	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Ley 1955 de 2019	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 2501 de 2007	Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.
Decreto 3450 de 2008	Por el cual se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica.
Decreto 1510 de 2013	Por el cual se reglamenta el sistema de compras y contratación pública.
Decreto 1073 de 2015	Por la cual medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 284 de 2018	Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones.
Decreto 943 de 2018	Por el cual se modifica y adiciona la Sección 1, Capítulo 6 del Título III 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.
Resolución 070 de 1998	Aclarada por la Resolución CREG-101 de 2001. Por la cual se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica,

	como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.
Resolución 1511 de 2010	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 180540 de 2010	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 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.
Resolución 114 de 2012	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.
Resolución 91872 de 2012	Por la cual se hacen unas modificaciones al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP–.
Resolución 9-0708 de 2013	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE–.
Resolución 9-0795 de 2014	Por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número 90708 de 2013.
Resolución 40122 de 2016	Por la cual se adiciona y modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP–.
Resolución 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.

ANEXO D – Internacional

La búsqueda y recopilación de experiencias y prácticas en la prestación del servicio de alumbrado público consideró la selección información de países e instituciones de orden regional e internacional basado en los siguientes criterios:

- Esquemas de prestación similar al caso colombiano
- Esquemas de prestación a nivel municipal o Estatal
- Esquemas de prestación privado
- Esquemas de alianza público y privado
- Énfasis en aspectos legales, regulatorios, ambientales, económicos y técnicos

La recopilación de información se efectuó mediante la consulta y entrevista a expertos en cada país, informes sectoriales y regionales, búsqueda en *internet* en páginas institucionales de ciudades y de organismos nacionales, considerando los aspectos legales, regulatorios, ambientales, económicos y técnicos; se identificaron las experiencias y practicas más relevantes sobre la prestación como insumo para la propuesta de actualización de la Resolución CREG 123 del 2011 basados en los diferentes esquemas regulatorios del servicio de alumbrado público de once países destacando a Perú, México, Chile, Brasil, Estados Unidos, España, Reino Unido, Alemania, Australia y Corea del Sur.

1.1.1 Perú

El artículo 94 de la Ley de Concesiones Eléctricas y Decreto Ley No 25844 de 1992 señala como responsables a los concesionarios de distribución de energía de la prestación del servicio de alumbrado público en avenidas, calles y plazas. La Ley específica para el alumbrado público el contrato tipo concesión y establece la forma de fiscalización del sector y del servicio; designa a OSINERGMIN (Organismo de la inversión en energía y minería) para las funciones de control y supervisión de servicios de energía eléctrica y de alumbrado público en el país.

En el reglamento de la ley de concesiones eléctricas decreto supremo No. 009-93 EM se define el monto máximo de cobro por alumbrado público en la tarifa de energía, el artículo 184 establece que la facturación por el servicio no puede exceder el 5% de la facturación total y que el cobro se realizará de acuerdo con unos factores de proporción que dependen del consumo mensual de cada usuario, entre mayor sea el consumo mayor es el factor de proporción.

El reconocimiento de los costos de inversión, administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público hacen parte del valor agregado de distribución (VAD) reconocido a cada concesionario. El reconocimiento de los costos de inversión se hace a través de valor nuevo de reemplazo (VNR) con una tasa de descuento del 12% de acuerdo con lo establecido en el artículo 79 LCE. Se considera un periodo de vida útil de 30 años y cada 4 años se actualiza el valor nuevo de reemplazo de las instalaciones con información presentada por los concesionarios.

El VAD se determina con base en una empresa modelo eficiente, adicionalmente incluye un cargo asociado a la innovación tecnológica y/o eficiencia energética en los sistemas de distribución. Se calcula en forma individual para empresas con más de 50 000 puntos luminosos y de forma agrupada para las empresas de menos de 50 000 puntos con indicadores para el sector urbano y rural como la densidad de carga, la longitud (km) de red de alumbrado público aéreo y subterráneo y el parque tecnológico de alumbrado público empleado.

Los componentes del VAD se calculan mediante estudios de costos presentados por las empresas de acuerdo con los términos de referencia elaborados por el OSINERGMIN. Los costos estándar de inversión de las instalaciones de distribución típico son la base del VNR de las instalaciones de las empresas de distribución. Para su determinación se sigue el procedimiento establecido en la Guía de Elaboración del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) dado por el Osinergmin en la Resolución OSINERGIM No 329-2004 OS/CD y tiene en cuenta los precios de mercado de materiales y recursos, diseños óptimos de las instalaciones y la información remitida por los agentes. Los costos de activo no eléctrico son incluidos dentro del valor de la empresa eficiente. En el caso de terrenos y edificios los concesionarios debían incluir la ubicación y el tipo de construcción considerados.

Los costos de AOM también están reconocidos dentro de la empresa modelo y también se fijan considerando los costos informados por las empresas de distribución. Para la determinación de los costos estándares de explotación en alumbrado público se aplica el modelo de regresión lineal; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** [9].

Con respecto a indicadores de calidad del servicio, la Resolución No 094-2017-OS-CD define el indicador de control de denuncias de servicio público de alumbrado público atendidas fuera de plazo (%DAFP) respecto al total de denuncias del servicio del alumbrado público del trimestre, señala una gradualidad descendente en tolerancia del [%DAFP], siendo para el 2020 del 1,3%, en 2021 de 1,2% y de 2022 en adelante 1,1%.

La verificación de las condiciones lumínicas se realiza mediante un muestreo de los tramos de vías públicas de acuerdo con Norma Técnica DGE 016 T2 1996 y la tolerancia del 10% en la longitud de tramos deficientes y se emplea para calcular compensaciones en energía.

Cuando se determine el incumplimiento de la normativa relacionada en la Resolución No 094-2017-OS-CD el Osinergmin dispone de las acciones preventivas correspondiente e inicia un procedimiento administrativo sancionador. La Resolución fija los plazos para subsanar las deficiencias típicas del servicio de alumbrado público en el sector urbano y rural presentados a continuación.

Tabla 1. Plazos para subsanar deficiencias típicas (Osinergmin, 2018) [xx]

Código	Deficiencia típica	Zona Urbana	Zona m Urbano Rural, Rural o SER ¹
DT1	Lámpara inoperativa	3 días hábiles	10 días calendario
DT2	Pastoral y/o luminaria en mal estado y/o mal orientado	3 días hábiles	7 días hábiles
DT3	Falta de Unidad de Alumbrado Público	7 días hábiles	14 días hábiles
DT4	Interferencia de árbol	45 días hábiles	45 días hábiles
DT5	Difusor inoperativo	7 días hábiles	14 días hábiles

En el campo técnico se adoptan las Normas CIE para las exigencias lumínicas y mediante la Resolución Ministerial N° 013- 2003-EM/DM establece los estándares de calidad, obligaciones y facultades del OSINERGMIN, así como los requerimientos básicos sobre el servicio de alumbrado, los responsables del servicio, los detalles de la infraestructura instalada, las obligaciones del concesionario, las categorizaciones de las vías y la disponibilidad de información de consumos, facturas y luminarias utilizadas.

Cuando se requiera la electrificación de nuevas agrupaciones de vivienda promovidas por el Estado o por inversionistas privados ubicados dentro de la zona de concesión, los interesados ejecutan las instalaciones eléctricas y las redes de alumbrado público. Las instalaciones son recibidas por el concesionario fijándose su valor nuevo de reemplazo para efectos de reembolsar al interesado. Los municipios pueden ejecutar a su costo instalaciones de iluminación con estándares superiores a los establecidos en el contrato de concesión, asumiendo los costos de suministro, operación y mantenimiento respectivos.

1.1.2 México

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos define los servicios públicos municipales como aquellos que por ley deben prestar los ayuntamientos y los regulan bajo las disposiciones del artículo 115 de la Constitución General de la República.

Las Constituciones Estatales y las Leyes Orgánicas municipales prevén la administración de los servicios públicos municipales en forma Directa o Indirecta, bajo las condiciones contractuales y administrativas de los siguientes modelos:

- **CONCESIÓN:** Es una forma de la administración indirecta en la cual el ayuntamiento realiza un contrato en el que transfiere a una persona física o moral el derecho y la responsabilidad de prestar un servicio público municipal. Como autoridad otorgante el municipio firma un contrato, *sin perder la autoridad municipal*.
- **COLABORACIÓN:** Es aquella en la que la comunidad y el ayuntamiento, en coordinación estrecha, contribuyen para el financiamiento, operación, conservación y mantenimiento de un servicio público municipal.

¹ SER: Sistemas eléctricos rurales

- **CONVENIO ESTADO – MUNICIPIO:** Es un mecanismo administrativo de coordinación del municipio con el Estado, enmarcado en el Artículo 116 Fracción VII de la Constitución Federal, facultando a los Estados para celebrar convenios con sus municipios para asumir la prestación del servicio de alumbrado público. El convenio tiene por objeto transferir total o parcialmente, la prestación de un servicio público que, por razones de insuficiencia de recursos, tanto financieros como técnicos y humanos, le resulte difícil atender en forma directa.
- **ASOCIACIÓN INTERMUNICIPAL:** Consiste en la unión de dos o más municipios de una misma entidad federativa, la cual tiene por objeto únicamente la prestación de algún servicio público que un municipio esté imposibilitado de prestar aisladamente por la complejidad o insuficiencia de recursos.

La legislación vigente asigna a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la función diseñar la metodología del cálculo de las tarifas para el suministro básico a las diferentes divisiones territoriales del país, (Artículo 139 de la Ley de la Industria Eléctrica), y la publicación a Cargo de la Comisión Federal de Electricidad público. Esta metodología tiene en cuenta los siguientes criterios (CFE, 2020):

- **Aplicación:** Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica en baja tensión, para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos en todo el país.
- **Horario:** Del anochecer al amanecer del día siguiente, excepto el servicio a semáforos; o el que se establezca en los convenios suscritos por las partes contratantes.
- **Consumo de energía:** Normalmente se medirán los consumos de energía, aunque en los contratos respectivos se establecerán los procedimientos para determinar el consumo de energía, de acuerdo con las características en que se efectúe el suministro de servicio.
- **Demanda por contratar:** La demanda por contratar corresponderá al 100% de la carga conectada.
- **Reposición de lámparas:** El prestador del servicio deberá reponer las lámparas, los aparatos y materiales accesorios requeridos para la operación. Tratándose de alumbrado público, cuando el suministrador esté de acuerdo en tomar a su cargo la reposición de las lámparas y dispositivos necesarios, se fijará en los contratos la forma de cobro de los gastos originados por este servicio adicional al suministro de energía.
- **Depósito de garantía:** Las cuotas correspondientes al consumo equivalen a 12 horas diarias mensuales del servicio de la demanda contratada. Las cuotas y tarifas se encuentran establecidas en la Ley de Ingresos Municipales.
- Esta disposición es el instrumento jurídico que faculta a los ayuntamientos para cobrar los ingresos por el servicio de alumbrado público, teniendo en cuenta la definición del concepto de ingreso (los impuestos, los productos, los aprovechamientos, los créditos y las contribuciones especiales), cada municipio cuenta con una ley de ingresos propia.

Por otro lado, el modelo de inversión en proyectos de alumbrado público mexicano ha sido referente internacional por el caso desarrollado por en la ciudad de Guadalajara. Dicho modelo consiste en un contrato de arrendamiento financiero por diez años, opción de compra donde el proveedor de servicios (una sociedad de empresas privadas) moderniza las luminarias con

tecnología LED y asume la propiedad de las luces modernizadas hasta cuando la deuda sea cancelada.

En ese momento, el municipio reasume la propiedad final del contrato y la infraestructura asociada, reconociendo como incentivo al proveedor, un reembolso del 15 por ciento de los costos del proyecto si se cumplen los ahorros de energía, soportados mediante garantía por parte del Ministerio de Hacienda del Estado y la entidad bancaria.

Con este modelo de financiación de nueva infraestructura de alumbrado público se identificaron factores de éxito en la ejecución de proyectos similares (ESMAP, 2016), tales como:

1. La conformidad entre las regulaciones nacionales y locales, así como un marco institucional bien definido son claves para el desarrollo satisfactorio de este tipo de proyectos y para minimizar el riesgo asumido por los municipios. (EY, 2017).
2. La calidad y la garantía de los productos y del servicio contratado debe ser de un estándar alto para garantizar los ahorros y metas de eficacia y eficiencia del proyecto.

En México es responsabilidad del prestador del servicio de alumbrado público asumir el manejo de los residuos asociados y la regulación de residuos peligrosos los clasifica de acuerdo con las implicaciones al ambiente y los respectivos planes de manejo para cada tipo de residuo.

1.1.3 Chile

El artículo 5 de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades Ley 18.695 de 2006 de Chile establece como atribución esencial de las municipalidades administrar los bienes nacionales de uso público entre los cuales se encuentra el alumbrado público, incluyendo su consumo y mantenimiento general. Esta obligación nace al recibir la Municipalidad las obras e instalaciones de acuerdo con el artículo 135° literal A de la ley General de Urbanismo y Construcciones.

En diciembre de 2015, se aprobó en Chile el Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito vehicular expedido por el Ministerio de Energía, en este se establecen los requisitos mínimos aplicables al diseño, construcción, puesta en servicio, operación, mantenimiento de la eliminación en vías de tránsito vehicular.

- **Reglamento de alumbrado Público de Vías Tránsito Vehicular:** aprobado en el año 2014, establece los requisitos mínimos aplicables al diseño, construcción, puesta en servicio, operación, mantenimiento y toda otra acción necesaria para el correcto funcionamiento del alumbrado público para la iluminación de vías de tránsito vehicular, con el objetivo de satisfacer las condiciones básicas, necesarias y eficientes para la iluminación de calzadas, adoptando la normatividad IEC y CIE y excluyendo del ámbito de aplicación la iluminación de túneles, trincheras cubiertas, plazas de peaje, plazas de pelaje, áreas de estacionamientos y áreas de servicio.

- **Reglamento de Alumbrado Público Peatonal:** Decreto N° 51 de 2015, Ministerio de Energía tiene por objeto establecer los requisitos mínimos aplicables al diseño, construcción, puesta en servicio, operación, mantenimiento y toda otra acción necesaria para el correcto funcionamiento de los sistemas de alumbrado público para la iluminación de bienes nacionales de uso público destinados al tránsito peatonal, con el objetivo de satisfacer las condiciones básicas, necesarias y eficientes para la iluminación de vías para el tránsito peatonal, aceras, espacios públicos destinados a facilitar la reunión de personas tales como plazas, parques, jardines y áreas abiertas peatonales, y pasos subterráneos para peatones y pasarelas, incluyendo sus accesos.

Ordenanzas locales: algunos municipios disponen de ordenanzas locales que regulan distintos aspectos relacionados con la iluminación. Los reclamos por el mal servicio de alumbrado público se realizan ante la municipalidad, quien dispone de un funcionario para la supervisión y mantenimiento del sistema pero podrá contratar estas labores con terceros.

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) es la encargada de vigilar el cumplimiento del Reglamento. El propietario de las instalaciones de alumbrado público deberá realizar la correspondiente declaración de puesta en servicio de las instalaciones de alumbrado público de acuerdo con el procedimiento definido por la SEC en el trámite eléctrico TE2 *“Declaración de puesta en servicio de obras de alumbrado público”*

La Contraloría General de la República efectúa auditorías a los diferentes programas de conformidad con lo establecido en la Ley No 10.336 de Organización y atribuciones de la Contraloría General de la República.

En Chile desde el 2014 existe un programa de reemplazo de 200.000 luminarias con el objetivo de modernizar el alumbrado público de las comunas que aún no han realizado inversiones en eficiencia energética. La Agencia Chilena de Eficiencia Energética mediante procesos de licitación pública selecciona al adjudicatario que realice el suministro e instalación de luminarias más eficientes.

Por condiciones regionales de Chile y como recurso natural existe normatividad asociada al cuidado del cielo, regulando las condiciones de polución lumínica, la emisión de flujo luminoso al hemisferio superior, la emisión en la banda de azul en zonas de observación astronómica.

1.1.4 Brasil

La responsabilidad de la prestación de servicio de alumbrado público es del municipio según el artículo 30, inciso V de la Constitución Federal. El artículo 149-A define la contribución del alumbrado público – CIP o la contribución al costo del servicio de Alumbrado, asigna a los municipios la estimación de las contribuciones en forma de Decretos para el año en curso, con la potestad de establecer quiénes deben ser los contribuyentes y los exentos de pago (O GERENTE DE TRIBUTOS DIRETOS,2020).

Por otra parte, la Resolución REN ANEEL 479, de 03.04.2012 en su artículo 13, establece:

- Es responsabilidad de la entidad municipal o de quienes han recibido una delegación de ellos para prestar los servicios de diseño, ejecución, ampliación, operación y mantenimiento de proyectos de las instalaciones de alumbrado público
- Autoriza a los distribuidores para prestar el servicio debiendo suscribir un contrato específico para dicho fin.
- Establece que el distribuidor debe transferir activos de alumbrado público (luminarias, lámparas, astilleros y reactores) a los municipios [2] (ANEEL,2012).

La *Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base* (ABDIB), en 2019 desarrolló una guía de buenas prácticas en iluminación pública en donde caracterizó los modelos de financiamiento en Brasil del parque de luminarias municipales resumidos a continuación [3] (ABDIB,2019).

- **Asociación público-privada (APP)**

Introducido por la Ley Federal 11.079 / 2004, el modelo APP se caracteriza por la presencia de una empresa de propósito especial (SPE), titular de las obligaciones atribuidas al concesionario de modernización y gestión del parque de alumbrado público. En este contexto, la SPE es responsable de los costos del proyecto (inversiones, costos y mantenimiento), y es remunerado

por la Administración Pública mediante el COSIP (Contribución al costo de los servicios de iluminación pública) o el CIP (Contribución al alumbrado público), pagado por los usuarios de la ciudad.

- **Consortio de Municipios para APP**

Este modelo puede ser una solución para lograr la escala requerida para implementar Proyectos de APP. El consorcio se forma con diferentes municipios convertidos en un nuevo concedente con las mismas características y condiciones generales de un municipio o ayuntamiento.

- **Financiamiento municipal**

En este modelo el municipio tiene la responsabilidad de la recaudación de fondos, financiar y realizar inversiones, ejecutar o subcontratación de servicios de operación y mantenimiento.

- **Programas de concesionarios de energía eléctrica**

Modelo de financiación liderado por concesionarias de energía. Actualmente hay dos programas nacionales: PROCEL-Reluz y el Programa de Eficiencia Energética (PEE). Ambos tienen como principal actor la empresa de energía en el papel de financiador y / o facilitador.

- **Modelo ESCO**

Este modelo de financiación la inversión es realizada por un tercero denominado *ESCO (Energy Services)* como empresa o como un consorcio. Es responsable de la recaudación de fondos y la compra e instalación de luminarias. Normalmente, el alcance de las ESCO no incluye la operación y mantenimiento del alumbrado público, pero ofrecen una garantía técnica en el rendimiento de las luminarias instaladas. Pueden ser remunerados en al menos dos modalidades: (i) compartir los beneficios de eficiencia; y / o (ii) por un pago fijo por inversión realizada.

- **Consortio municipal o agente central de compras.**

Modelo de aprovechamiento del tamaño del sistema de alumbrado para contratar equipos y servicios a través de un proceso centralizado, estableciendo un único contrato con los proveedores.

- **Autofinanciamiento**

Los propios ayuntamientos hacen las inversiones para modernizar el parque de iluminación sin la intervención de terceros.

- **Transferencia de Luminarias**

Transferencia de activos entre municipios, siendo caracterizado por transacciones bilaterales de compra y venta.

Es importante retomar el estudio (EY, 2017) con la experiencia brasilera y el informe del Banco Mundial del *Forum on Business for Energy Efficient Street Lighting en el 2016*. La propuesta define ocho modelos o alternativas de contratación de la operación, AOM y el desarrollo de proyectos de inversión en alumbrado público. El Banco Mundial recomienda las concesiones a través de contratos APP para municipios con un parque de luminarias más grande y con un mejor manejo fiscal; en cambio los modelos de operación directa son mejores en los municipios más pequeños.

Para mitigar las barreras financieras de los contratos APP con altos costos de transacción propone la estandarización de los contratos, la definición de un marco legal para el establecimiento de consorcios y concesiones para el alumbrado público, el desarrollo de programas a nivel nacional para la asistencia técnica con herramientas de apoyo a los municipios para la identificación del mejor modelo de operación del alumbrado público. (EY, 2017).

1.1.5 Estados Unidos

En los Estados Unidos se han desarrollado una serie de referentes normativos entorno al sector de la iluminación exterior, un primer marco reglamentario y normativo lo establece la US General Services Administration, que define en la categoría de Productos y Servicios Industriales. Esta entidad remite a la aplicación del IES Lighting Handbook como referente para la realización de proyectos de iluminación exterior, dado su reconocimiento en el sector industrial de la iluminación.

Con base en este marco general normativo, cada ciudad en Estados Unidos establece sus guías y normas de diseño para el desarrollo de su sistema de alumbrado público. Dentro de la información recopilada se presenta el caso específico de la ciudad de los Ángeles, la cual tiene el segundo parque de luminarias más grande del país, esta ciudad realizó un proyecto de modernización y de sustitución de luminarias de sodio por luminarias LED, para lo cual, fue necesario construir una reglamentación completa en torno a esta tecnología. También se llevaron a cabo pruebas piloto de instalación de luminarias LED con el objetivo de plantear los requerimientos de evaluación a los equipos antes de la instalación, como resultado más destacado se establece que, para el remplazo de luminarias, como mínimo, deben generar un ahorro en el 70% del consumo de energía en comparación a las que se encuentren operando para que puedan ser aprobadas.

Otra ciudad destacable es Nueva York, la cual es dueña del 100% de la infraestructura de alumbrado público. En el estudio se identificó una limitación sobre las decisiones de modernización del parque de AP que pueden tomar las ciudades cuando la infraestructura es propiedad de las empresas de servicios públicos en contraste a cuando la ciudad es dueña de la infraestructura.

1.1.6 España

En España se maneja un contrato de prestación de servicios para el servicio y la operación de la infraestructura de alumbrado público, que es de propiedad del municipio. Sin embargo, la Ley 9 de 2017 introdujo una figura de contrato mixto de suministro y servicios con inversión para las instalaciones de edificios de las administraciones públicas, este tipo de contratos trae ventajas en temas de eficiencia energética. Este tipo de contratos ya se han venido adoptando en España con el fin de financiar la sustitución de las luminarias de alumbrado público, lo que lograría un ahorro energético considerable y por ende un ahorro económico que resultaría atractivo para el prestador (Smart lighting, 2017).

La interventoría, supervisión y control del servicio de alumbrado público es responsabilidad del municipio, quien delega departamentos o entes que se encargan de dichas funciones. Por ejemplo, en Barcelona existe el Departamento de Alumbrado, quien se encarga de la supervisión y el control; la interventoría es delegada al servicio técnico municipal.

En España la tarifa del servicio de alumbrado público se acuerda mediante un pliego de exigencias contractuales por parte del municipio; sin embargo, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que es un organismo adscrito al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, publicó un modelo de pliego de contratación basado en la Ley 9 de 2017, como orientación para los municipios. La remuneración se desagrega en 3 componentes o prestaciones que se citan a continuación (IDAE, 2019).

- Presentación P1 – Energética: Incluye toda la energía consumida por las instalaciones objeto de este contrato.

- Presentación P2 – Mantenimiento: Estos precios incluyen los gastos correspondientes a la obligación del Adjudicatario de mantener el perfecto funcionamiento y limpieza de las instalaciones de alumbrado exterior con todos sus componentes
- Presentación P3 – Garantía Total: Estos precios incluyen los gastos correspondientes a la obligación del adjudicatario de mantener los medios para las intervenciones del personal y las herramientas con el fin de asegurar la Garantía Total y la organización y seguimiento que se indican en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

1.1.7 Reino Unido

Según la Ley de carreteras de 1980, el Consejo (Council) tiene el poder, pero no el deber, de proporcionar alumbrado y junto con el Concejo Municipal o parroquial definir el cumplimiento los estándares de iluminación establecidos en la política nacional, evaluar los riesgos por los límites de velocidad y la necesidad de iluminación en carreteras y asentamientos en áreas rurales.

El marco normativo del Reino Unido está conformado por las normas británicas (BS) emitidas por el Organismo Nacional de Normalización, The British Standards Institution (BSI)- Respecto a la necesidad de alumbrado público, el nivel y el estándar de iluminación proporcionado dependerá de una serie de factores como varía según la ubicación de las zonas urbanas y residenciales, el tamaño de la ciudad y las grandes áreas urbanas, el índice de criminalidad, mientras que los factores ambientales en las zonas rurales pueden limitar el nivel y tipo de iluminación considerada necesaria.

Por lo tanto, de acuerdo con las normas nacionales, cada localidad del Condado se coloca en una de las cuatro zonas ambientales: (Durham County Council, 2016) [26].

Zona E1: Parques Nacionales, Áreas de atracción natural, Sitios de importancia científica especial. La presunción general es que no se debe proporcionar alumbrado público en las áreas de la Zona E1 debido a la contaminación lumínica y la pérdida de servicios a menos que haya una cuestión primordial de seguridad vial que no puede superarse por otros medios como mejoras en la delimitación de la calzada mediante tacos reflectantes y señalización de calzadas.

Zona E2: Áreas de bajo brillo del distrito (ubicaciones rurales fuera Zona E1). Las áreas residenciales de pueblos y asentamientos son generalmente provistas de iluminación de acuerdo con las Norma británica mínima aplicable al tipo y uso de la carretera adoptada. Los senderos y carriles para bicicletas adoptados solo se iluminarán donde haya uso nocturno, problemas de miedo por delincuencia y sin ruta alternativa. (No se tiene la obligación de iluminar todas las ciclorrutas)

Zona E3 - Áreas de brillo medio del distrito (ubicaciones urbanas). Las carreteras urbanas dentro de un área de la Zona E3 generalmente están provistas de iluminación de acuerdo con la norma británica mínima pertinente aplicable al tipo y uso de la carretera adoptada. Los senderos y carriles bici adoptados solo se iluminarán donde haya uso nocturno, problemas de miedo a la delincuencia y sin ruta alternativa.

Zona E4 - Áreas de alto brillo del distrito (centros urbanos con alto uso nocturno) Los centros urbanos dentro de un área de la Zona E4 generalmente cuentan con iluminación de acuerdo con la norma británica mínima pertinente aplicable al tipo y uso de la carretera adoptada. Las carreteras en las áreas con alto volumen de tráfico se tratarán como rutas de tráfico.

En cuanto a contaminación lumínica la regulación Británica especifica las condiciones de contaminación lumínica reducción y restricción y en especial atención al efecto de la iluminación en las áreas adyacentes de aeropuertos, líneas ferroviarias, puertos de intercambios de transporte, vías navegables, en las proximidades de los observatorios astronómicos. Se llevará a cabo una consulta temprana con los grupos astronómicos que puedan practicar en las proximidades de la carretera a iluminar y buscar lograr un diseño aceptable para ambas partes. (Director of Community Services, 2019) [25]

Cuando se reduce el tráfico vehicular o de peatones en la noche y temprano en la mañana la regulación permite la *Dimerización* siempre y cuando el equipamiento de alumbrado público instalado disponga de la funcionalidad. Por ejemplo, de 10.00 p.m. a 12.00 a.m. la atenuación es del 25% hacia abajo y de 12.00 a. M. A 5.00 a. M. del 50% hacia abajo. Sin embargo, se seguirá proporcionando un nivel de iluminación suficiente. (Durham County Council, 2016) [26].

El futuro de la iluminación se proponen tres escenarios que ya se están presentando y que en los años venideros esperan consolidarse: en el remplazo a tecnología LED, la conexión del alumbrado con el fin de realizar dimerizaciones y el diseño de nuevos servicios y desarrollos. Este último escenario plantea la integración del sistema de iluminación en el paradigma de las ciudades inteligentes por medio de sensores y cámaras.

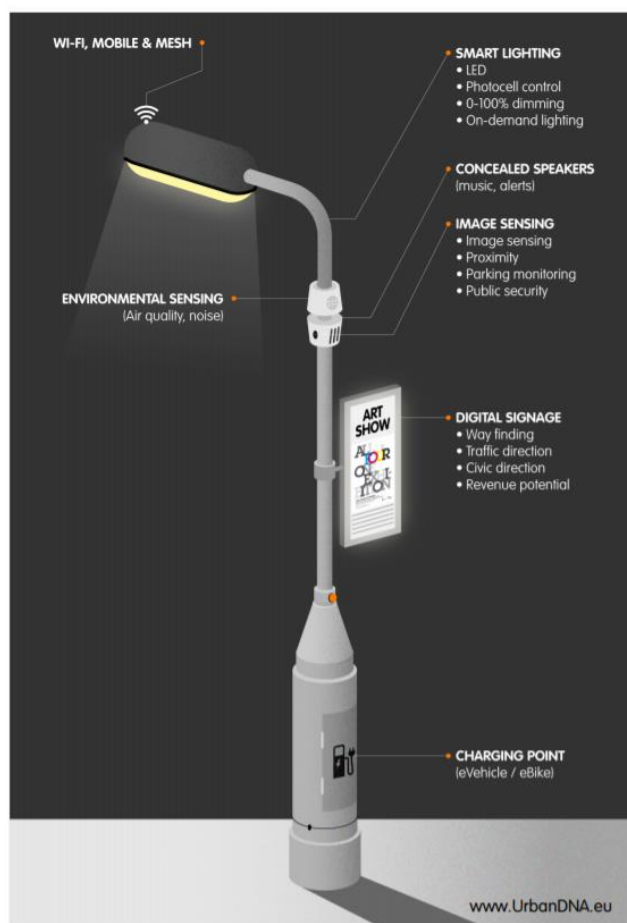


Ilustración 1. Modelo de poste para iluminación inteligente (Hannah Griffiths) [33].

Las aplicaciones previstas por (Hannah Griffiths) [33] para el entorno urbano contemplan el monitoreo ambiental, la optimización del transporte (gestión del tráfico y estacionamiento), mejora de seguridad Pública, la carga de vehículos eléctricos, provisión de Wi-Fi e Internet, señalización digital y comunicación pública

En el campo de las inversiones el modelo de negocio tradicional para la prestación del servicio de alumbrado público considera principalmente inversiones para la sustitución de sodio a LED. Con el desarrollo de la tecnología se está proponiendo un nuevo modelo de negocio orientando a los sistemas de alumbrado “inteligentes”, el cual incluye el costo inicial de la infraestructura y el costo total de los nuevos servicios generados como el arriendo, datos, avisos y suministro de energía.

1.1.8 Alemania

El modelo de alianzas público-privadas para la prestación del servicio de alumbrado público está bien caracterizado en Alemania. Este modelo se enmarca principalmente en dos tipos de proyectos, los denominados proyectos grandes, con más de 8000 puntos luminosos, y los proyectos pequeños, con entre 3000 y 8000 puntos luminosos. Los elementos claves dentro de este modelo se resumen a continuación (ÖPP Deutschland AG, 2010):

- El periodo de contrato es por veinte años para proyectos grandes y quince para pequeños proyectos.
- El periodo de inversión principal es de cinco años para proyectos grandes y para proyectos pequeños no se tiene inversión.
- Para proyectos pequeños, los remplazos son financiados por pagos anuales por parte de la autoridad.
- Se definen parámetros de operación y mantenimiento de las instalaciones.
- La propiedad de las instalaciones existentes permanece en el municipio.
- Se realiza la transferencia de la propiedad de nuevos activos al municipio, una vez estén en operación.
- Se cuenta con documentos de las instalaciones existentes, tecnología, sus edades y estados.

Dentro de este esquema de alianzas público-privadas se ha definido una distribución de los riesgos asociados a la prestación del servicio entre el municipio y el socio privado, la cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2. Riesgos de cada actor (ÖPP Deutschland AG, 2010).

Municipio	Socio Privado
• Riesgos en los precios de la energía, personal y material. • Cambios en la regulación de la factura. • Cambios en las estándares técnicos y legales. • Vandalismo por encima del estimado anual. • Costo de accidentes por encima del estimado anual.	• Riesgos de consumo de energía. • Riesgos de planeación. • Efectos de retrasos y sobrecostos. • Riesgos de financiamiento. • Riesgos de mantenimiento y operación. • Vandalismo por encima del estimado anual. • Costo de accidentes por encima del estimado anual.

1.1.9 Australia

En Australia la regulación de los servicios de alumbrado público difiere entre jurisdicciones debido a la legislación y a las características de mercado de los diferentes estados y territorios. En este sentido, existen dos formas de clasificación del alumbrado público. La primera es como servicio de distribución negociado y la segunda como servicio de control alternativo. En el primer escenario, los proveedores del servicio de distribución y los clientes negocian las condiciones del servicio, en el segundo caso, los costos son regulados por regulador de energía de Australia.

Dentro de estos diferentes escenarios en la prestación del servicio de alumbrado público en Australia, se encontraron algunos ejemplos que se describen a continuación:

- En Queensland los proveedores del servicio público son Energex y Ergon, estas empresas poseen la mayoría de los activos de iluminación pública en sus respectivas regiones (90 y 96%). Los activos pueden ser suministrados y mantenidos por el proveedor, o instalados por otro suministrador y dado al proveedor del servicio para su mantenimiento. Adicionalmente, se establecen límites de precios en el primer año de control regulatorio con rutas de precios para ajustar durante los siguientes años.
- En Victoria los activos pertenecen a los proveedores del servicio, adicionalmente, el código de iluminación permite que un tercero reubique o reemplace activos de iluminación. La reubicación de los activos de alumbrado público existentes se clasifica como un servicio de distribución negociado, mientras que la operación y mantenimiento son servicios de control alternativos. El costo de estos servicios se establece con base en la metodología de precios máximos.
- En South Australia en el periodo regulatorio 2010-2015 el regulador de energía de Australia clasificó todos los servicios de AP como servicios de distribución negociados, de manera que los clientes tenían en su momento bastante poder de negociación. Este punto es relevante en la medida en que de fondo subyace el no considerar la prestación del servicio como un monopolio natural, razón por la cual el servicio puede ser prestado por más de un agente, que no necesariamente es el proveedor de distribución y que no hay presencia de poder de mercado de parte del prestador. Sin embargo, para el periodo 2020-2025 los servicios se clasificaron como un servicio de control alternativos, en línea con el resto de Australia.

Como caso destacado se tienen las disposiciones establecidas para la remuneración del sistema de AP de SA Power Networks durante el periodo 2020-2025. En cuanto a los costos hay 5 componentes que se emplean para determinar los componentes del sistema de alumbrado público (SA Power Networks, 2019).

- Costo capital: Corresponde principalmente a los costos de capital asociados con la instalación de las luminarias calculado como una anualidad.
- Costos de operación: Estos costos incluyen las labores de inspección, limpieza y reemplazo de componentes. Empleando datos históricos de fallas se han pronosticado las fallas futuras de las luminarias y sus componentes, resultando en diferentes costos operativos para cada luminaria instalada.
- Reconocimiento de la base de activos: Se adoptó un esquema de depreciación lineal para calcular la reserva por depreciación, con una vida útil de 28 años para los activos de AP y una vida útil remanente de 18 años.
- Operación de la infraestructura: Costos asociados a inspecciones y reparaciones de la infraestructura (no es clara la diferencia con los costos de mantenimiento).

- Administración y sistemas: Corresponde a los costos administrativos atribuidos directamente al suministro de servicios de iluminación. Esto incluye el mantenimiento de sistemas y datos GIS, gestión de clientes, y funciones de gestión de activos.

1.1.10 Corea del Sur

El Gobierno coreano ha establecido el Acta para la promoción de la eficiencia energética y la prevención de polución lumínica debido a la iluminación artificial. El objeto de esta Ley es ayudar a todos los ciudadanos a vivir en un ambiente sano y agradable previniendo daño a la salud nacional o al medio ambiente causado por la emisión excesiva de luz, definiéndolos requisitos mínimos de eficacia de las luminarias, y los niveles de iluminación intrusiva artificial y de a las viviendas y la emisión al ambiente. (<http://extwprlegs1.fao.org/>, 2016)

La Norma coreana define las responsabilidades del Estado mediante políticas integrales para prevenir este tipo de contaminación y cada gobierno local, a su vez, definirá e implementará políticas donde tendrá en cuenta las características regionales, diseñará las medidas pertinentes de control y la participación de los ciudadanos en la cooperación con la evaluación de las estrategias de prevención y los niveles de polución lumínica.

La capital Seúl, conforme con el artículo 5 del Decreto “Ordenanza gubernamental metropolitana sobre prevención de la contaminación luminosa y gestión de la formación de buena luz “ cuenta con un plan de gestión del ambiente lumínico para gestionar el ambiente lumínico de los distritos de manera ecológica. El plan debe ser formulado por el alcalde y considerar la gestión del entorno de luz, deberá reflejar los datos fotométricos de los equipos de iluminación probados por una institución profesional e incluir la seguridad del tráfico y la prevención de la contaminación lumínica.

En esta ordenanza del gobierno metropolitano de Seúl, hace énfasis en unos planes de iluminación que contempla las directrices de cumplimiento de una persona que quiera realizar la instalación de un sistema de iluminación exterior el cual deberá reflejar los estándares prescritos por las reglas para el permiso de radiación de luz en el plan de iluminación. (<https://legal.seoul.go.kr/>, 2014) [52]

Como parte del proyecto de reemplazo de iluminación en el año 2018, el gobierno de la ciudad reemplazó alrededor de 100,000 equipos de iluminación tradicional, incluidos 90000 en 200 edificios públicos y 100 000 en 160 instalaciones de bienestar y hogares de bajos ingresos con lámparas LED de bajo consumo. Desde 2014, Seúl exige que todos los edificios públicos de nueva construcción tengan iluminación LED.

Lugares como los parqueaderos subterráneos adjuntos a viviendas con iluminación encendida durante todo el día se trabajó en colaboración con la Asociación de LED de Corea para proporcionar lámparas LED a un precio más menor al del mercado para los edificios que requieren más iluminación. (SEUOL SOLUTION, 2015).

ANEXO E – Actores de la prestación del servicio de alumbrado público.

De acuerdo con la información contenida en los formularios, se identificaron aquellas respuestas más relevantes relacionadas con el suministro, inversión y AOM del servicio de AP en los municipios. A pesar de no tener una muestra representativa en el sondeo, se encontró que los datos eran variables según la categorización, pero en algunos casos se podía establecer un rango típico.

En relación con el tipo de esquema contractual que se maneja entre municipios y empresas para suplir el servicio de AP, se encontró que la mayoría son del tipo licitación y convenio de arriendo. Los otros tipos de contratación se muestran en la siguiente gráfica.

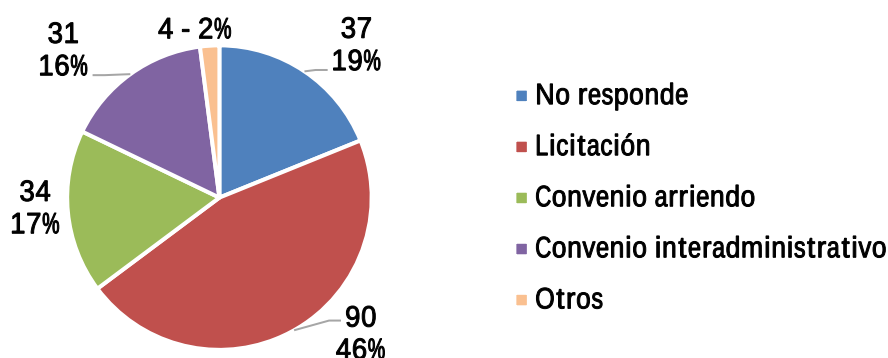


Ilustración 1: Esquema de contratación de las empresas operadoras de AP con los municipios.

La propiedad de la infraestructura en su mayoría pertenece a los municipios, sobre todo en los pequeños. Por otra parte, es necesario recalcar que la mayoría de los municipios que reportan la infraestructura como propia generalmente comparten una pequeña parte con la empresa (menor al 10%). Respecto a los municipios que reportan la infraestructura compartida si es debido a que es equitativo el porcentaje.

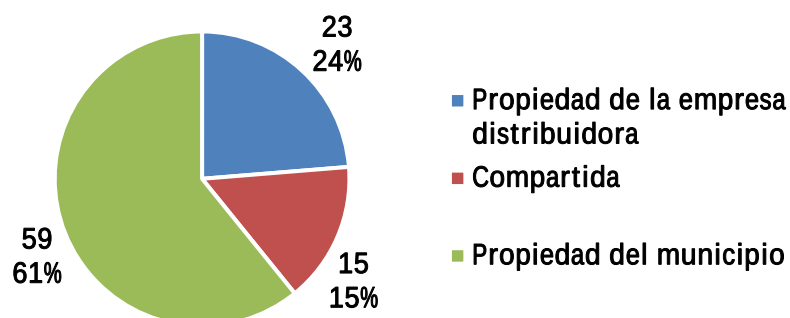


Ilustración 2: Propiedad de la infraestructura de AP.

Un dato importante obtenido del análisis de las encuestas es que el precio del kWh se mantiene en un rango promedio de entre 400 y 500 pesos colombianos, con una ligera tendencia a ser un costo menor en los municipios de mayor categoría, esto es, los municipios con mayor población y poder adquisitivo.

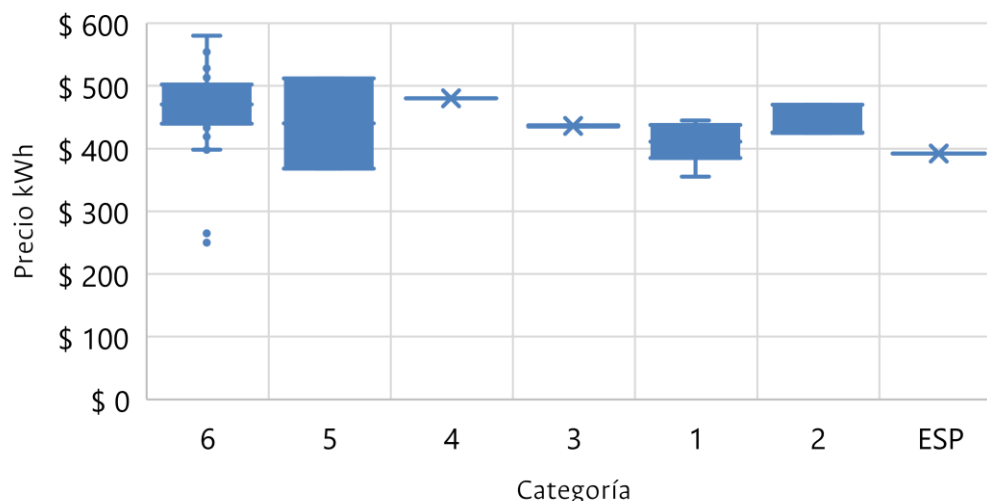


Ilustración 3: Rango de costos del kWh por categoría Ley 617 de 2000.

A continuación, se muestra la gráfica que relaciona la inversión anual hecha en promedio por cada luminaria. Se puede concluir que las inversiones varían en un rango de 20.000 a más de 300.000 pesos colombianos. No se observa una tendencia en el comportamiento de este valor al agrupar por las categorías propuestas.

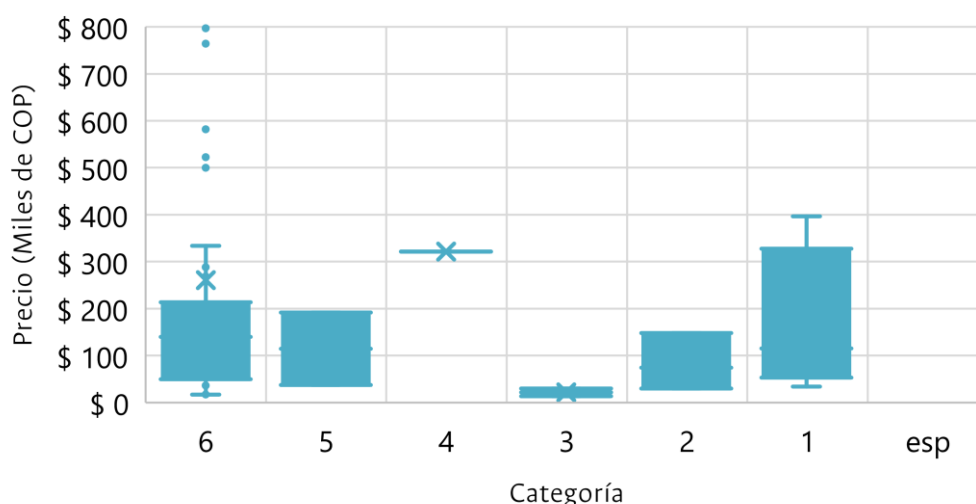


Ilustración 4. Inversión anual por luminaria categorizado según Ley 617 de 2000.

Entre algunos de los indicadores más técnicos se encuentra la inversión en infraestructura comparada con el consumo promedio de kWh mensual y según como se mencionó previamente, no se puede establecer un valor típico.

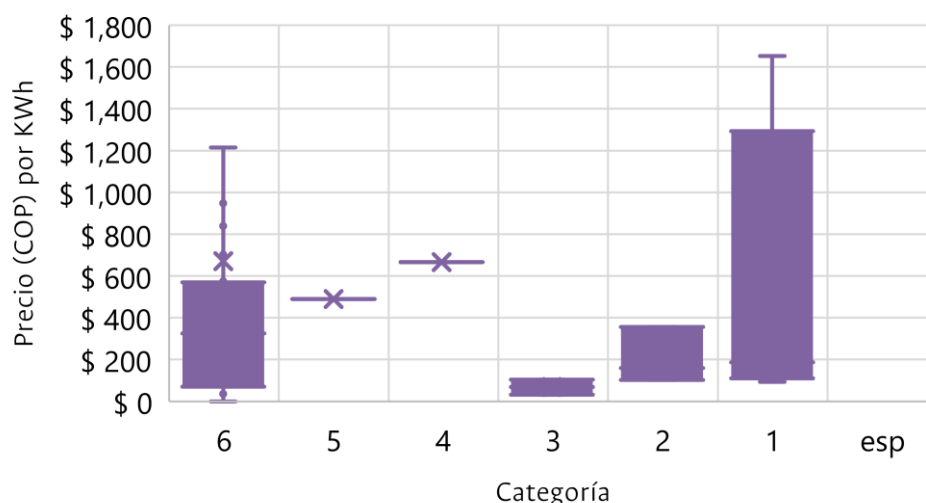


Ilustración 5. Inversión en infraestructura de AP por consumo mensual promedio categorizado según Ley 617 de 2000.

Otro de los datos más relevantes es la relación entre la inversión anual y el número de habitantes por municipio, la cual se muestra en la siguiente gráfica. Se observa que los valores resultantes tienen poca tendencia a un comportamiento proporcional a la categoría, pero se mantienen en un rango de 2.000 a 20.000 pesos colombianos.

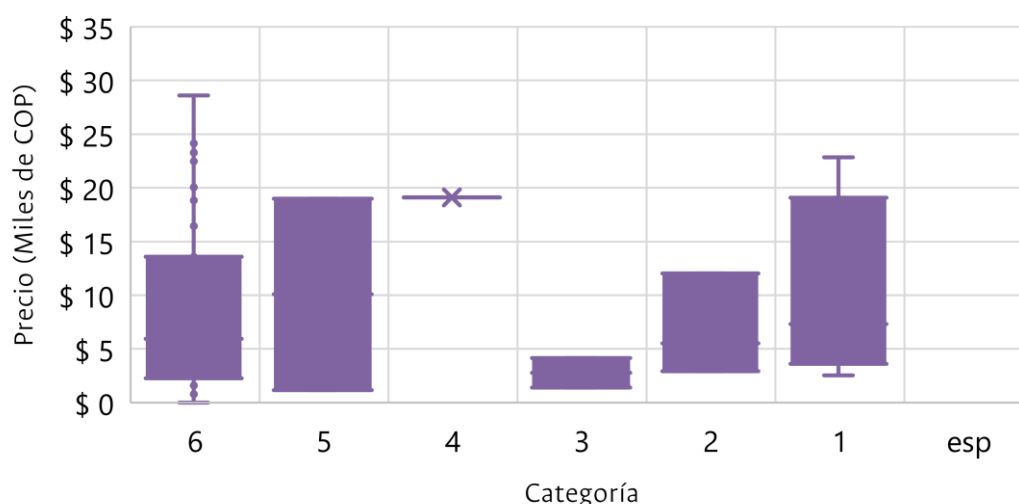


Ilustración 6. Inversión anual en infraestructura por habitante categorizado según Ley 617 de 2000.

Uno de los indicadores más significativos del sondeo muestra un gasto de AOM desigual entre los distintos municipios, se puede observar que la categoría no determina un mayor o menor

gasto de AOM si no que más bien refleja que no se puede establecer un rango típico y que este gasto varía independientemente de los ingresos o habitantes de los municipios.

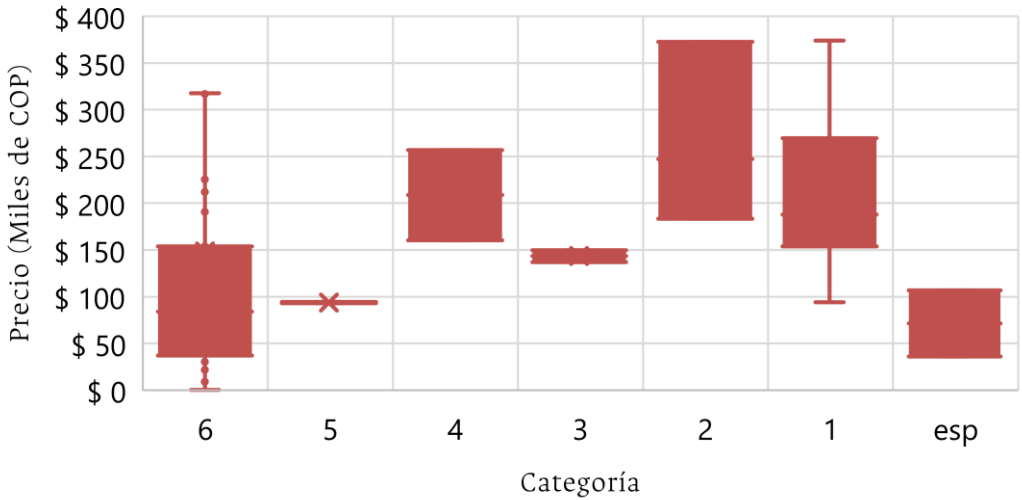


Ilustración 7. Gasto de AOM anual categorizado según Ley 617 de 2000.

Del mismo modo que en el gráfico anterior, con los resultados del sondeo referentes al AOM no se pueden evidenciar tendencias o valores típicos cuando se contrastan con otra variable, en este caso, contra número de habitantes. Sin embargo, sí se pueden aproximar valores medianos cuando se discrimina por categoría.

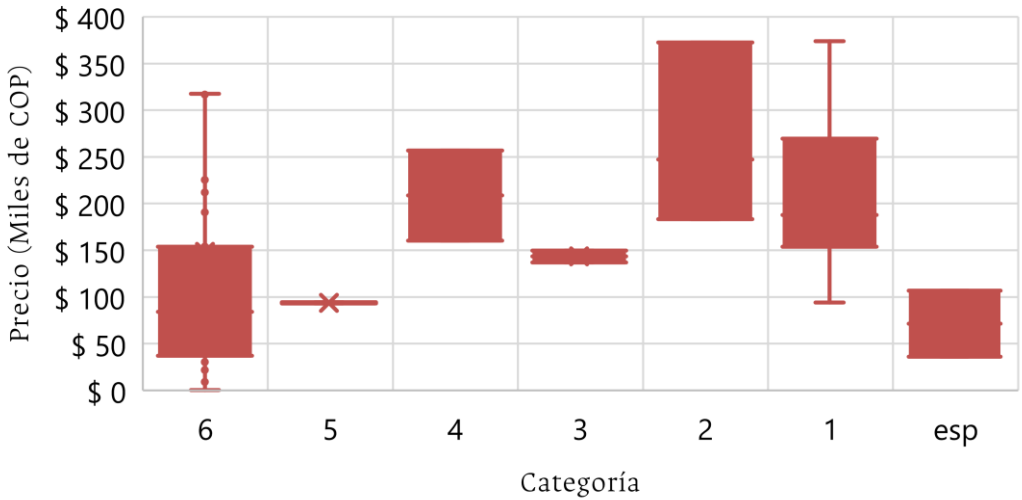


Ilustración 8: Gasto de AOM anual por habitante categorizado según Ley 617 de 2000.

También se destaca uno de los indicadores más importantes del sondeo que indica la relación del número de luminarias por cada 100 habitantes por municipio, la cual se muestra en la gráfica a continuación. De esta se observa que se mantiene un promedio de 5 a 7 luminarias para todas las categorías, presentando la categoría 3 la mayor variación.

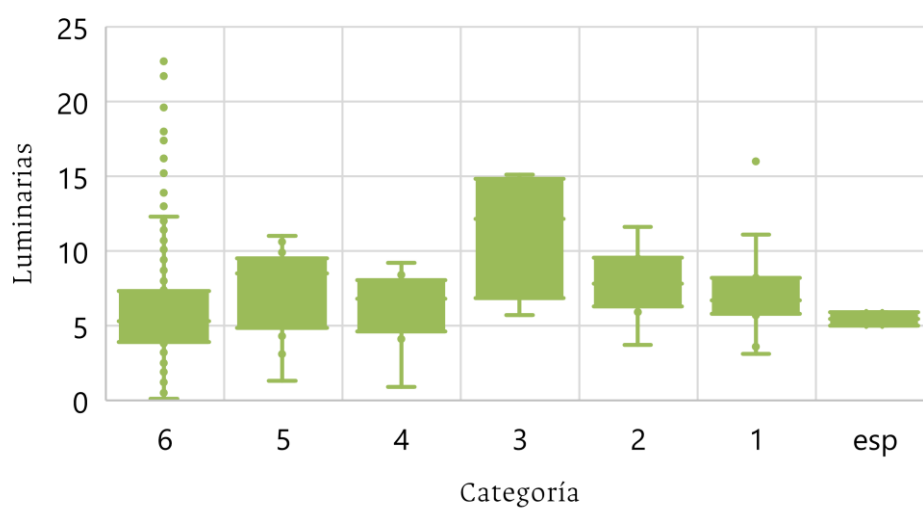


Ilustración 9: Número de luminarias por cada 100 habitantes por municipio categorizado según Ley 617 de 2000.

ANEXO F - Tecnologías

Los sistemas de alumbrado público (SALP) a nivel global han tenido una gran evolución en los últimos 10 años debido a los avances tecnológicos en las fuentes de luz, las comunicaciones inalámbricas y el internet de las cosas. Esto ha generado propuestas innovadoras como la de utilizar la infraestructura de los SALP para ofrecer diversos servicios a la ciudad como los sensores de polución, la gestión de basuras, suministro de internet inalámbrico, cámaras de videovigilancia, etc. Estos servicios se han enmarcado dentro de un concepto llamado “Ciudades inteligentes” o “*Smart Cities*” por su término en inglés. Una ilustración de esto se ve en la Ilustración 10. Sin embargo, implementar todos estos servicios en la infraestructura de los SALP puede llegar a tener costos onerosos, ya que es una tecnología innovadora pero emergente, también por la alta demanda de recursos de internet de banda ancha, y por el aumento de la probabilidad de falla del sistema por el incremento de dispositivos electrónicos conectados al SALP. Es por esta razón que en este aparte, nos concentramos en explicar los desarrollos tecnológicos de la Telegestión, ya que este sistema, en este contexto sirve para monitorear, controlar y gestionar directamente los SALP.

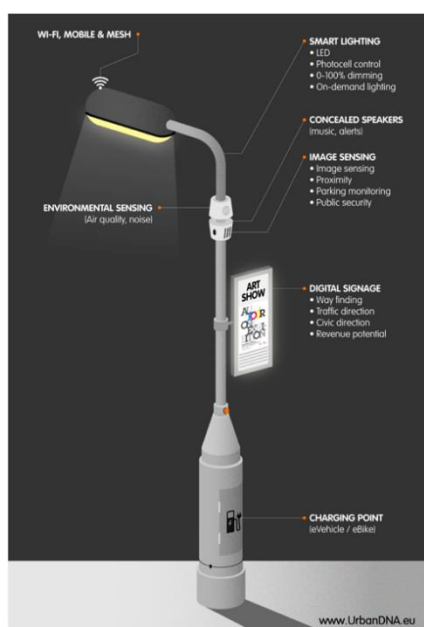


Ilustración 10. Esquema de algunos posibles servicios adicionales a la iluminación que se pueden prestar usando la infraestructura de Alumbrado Público. Fuente: www.urbanDNA.eu [7].

Por otro lado, la tecnología LED como fuente de luz para los SALP ha tenido ya una fuerte penetración en este campo de la iluminación, sin embargo, se ha realizado de forma desordenada y sin la rigurosidad de los diseños de Iluminación que garanticen el gran potencial en confort lumínico y eficiencia energética que esta tecnología puede ofrecer. A pesar de esto, el incremento de las luminarias LED ha logrado reducir significativamente el consumo de energía y ha permitido un mejor y más sencillo control para la gestión de la operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público. Actualmente las luminarias LED permiten escoger diferentes temperaturas de color (TC) con índices de reproducción de color (IRC) excelentes, lo que redundará en la calidad de color y el confort de los usuarios.

La cantidad de luz artificial necesaria en los espacios públicos exteriores será un factor dinámico, ya que depende entre otras variables, de la cantidad de luz natural, la densidad de tráfico de vehículos o la concurrencia de personas, el ahorro energético que se quiere realizar y las condiciones meteorológicas de cada momento. A esta iluminación con niveles variables

dependiendo de las necesidades de ahorro energético y las condiciones del entorno se le denomina “iluminación inteligente”.

Para lograr los objetivos de la iluminación inteligente en los sistemas de alumbrado público se utiliza la Telegestión. Esto es la implementación de sistemas de medición y control usando comunicaciones inalámbricas e internet para gestionar y supervisar el estado de las luminarias mediante acceso remoto y en forma rápida. La tendencia actual de la iluminación inteligente en alumbrado público es incluir la telemedición del consumo energético de cada luminaria en el sistema de alumbrado público. Esto puede brindar la posibilidad de generar indicadores de calidad y ahorros energéticos del SALP. De la misma forma, genera una nueva opción para la medición del consumo de energía del sistema de alumbrado público en los casos donde no se dispone de circuitos exclusivos para alumbrado público, ya que aquí, la estimación del consumo de energía del SALP es un asunto controversial entre el municipio que debe pagar la factura de la energía eléctrica y el operador de red que suministra la energía eléctrica, que adicionalmente en la mayoría de los casos, también presta el servicio de alumbrado público.

Otra de las grandes ventajas de un sistema de telegestión en un SALP, es que genera datos históricos al igual que información en tiempo cuasi-real y geo-referenciada del estado de cada luminaria o grupo de ellas, facilitando las labores de mantenimiento y gestión de activos, de la misma forma se reduce sustancialmente los tiempos de respuesta a fallas en el sistema, disminuyendo sustancialmente las quejas de los usuarios o PQRs.

1.1.1 Tendencia de la eficacia y penetración en el mercado de las luminarias LED

De acuerdo con el informe del departamento de energía de los Estados Unidos [2], la evolución de la eficacia luminosa y su proyección hasta el año 2050 se muestran en la Ilustración 11.

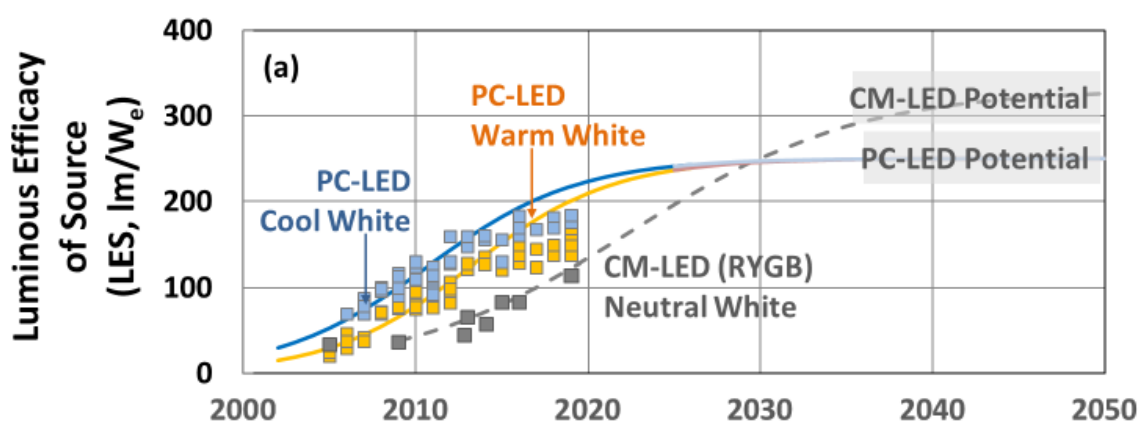


Ilustración 11. Evolución y tendencia de la eficacia lumínica lo largo del tiempo para chips LED comerciales de luz blanca probados a 25 ° C y densidad de corriente de 35 A/cm2. Fuente: [2].

De acuerdo con esta tendencia, se estima que los LEDs basados en fósforo (PC), que son los usados en las luminarias de luz blanca para sistemas de alumbrado público, van a presentar dos hitos importantes cerca del año 2025: En primer lugar, desaparece el gap de la eficacia lumínica entre las luminarias LED con temperatura de color fría y las cálidas, estas últimas tradicionalmente han tenido una eficacia mas baja y por esto menos usadas. Por otro lado, se llegará al límite máximo práctico de eficacia lumínica inherente a la tecnología LED – PC que es cercano a 250 lm/W. Por su parte, la tecnología de combinación de colores (MC - por su sigla en inglés *Mixed Color*) como el RGB y RGBW será más eficiente y flexible, proporcionando

diferentes parámetros en la calidad de color y nuevos servicios como la iluminación adaptativa y por demanda.

Es previsible también, que para el año 2050 estén emergiendo otras tecnologías de fuentes de luz que brinden mayor eficacia lumínica con límites prácticos mucho mas altos y excelentes prestaciones en la calidad de color.

Cabe resaltar que para la proyección de las curvas mostradas en la Ilustración 11, se usan datos experimentales que normalmente provienen de productos evaluados en condiciones de funcionamiento de 25 ° C, lo cual no y densidad de corriente de 35 A/cm². [4]

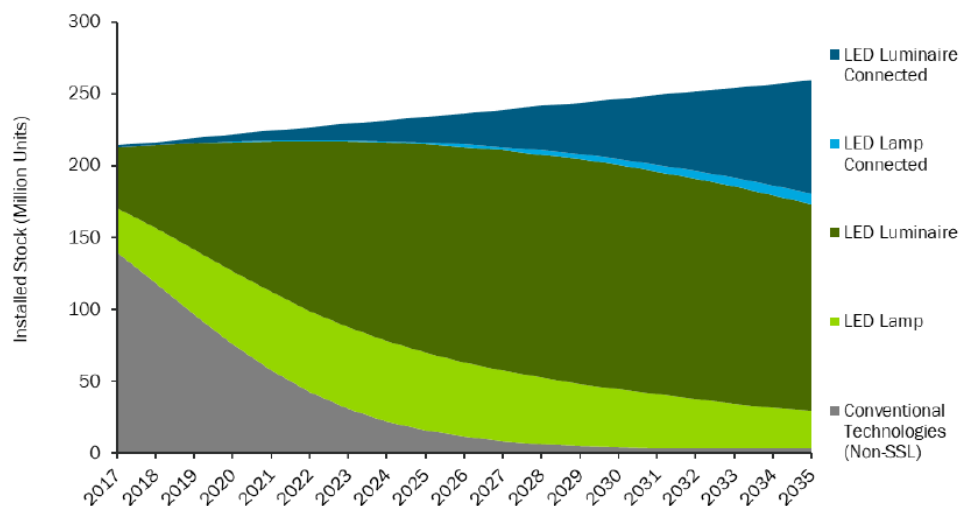


Ilustración 12. Proyección de la penetración de tecnología LED en la iluminación de exteriores. [4]

En la Ilustración 12 se ve como las tecnologías de fuentes de luz tradicionales por descarga de alta intensidad (HID) van a tener una participación mínima cerca del año 2028 en el mercado de iluminación de espacios exteriores, mientras que las luminarias LEDs serán la tecnología de uso masivo en este campo.

Por otra parte, en la Ilustración 13 se aprecia que con el aumento de la eficacia de los LEDs y su penetración masiva en el mercado, se espera que los precios de estos sigan disminuyendo considerablemente hasta el año 2050 donde se espera que esta tecnología llegará a su madurez.

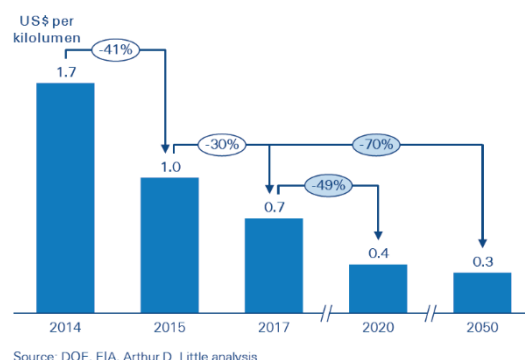


Ilustración 13. Proyecciones de precios de LED en EE. UU. Fuente: [1].

1.1.2 Importancia de la Telegestión en los Sistemas de alumbrado público

Teniendo siempre en mente que antes de tomar la decisión de implementar un sistema como el de telegestión en sistemas de alumbrado público, es indispensable realizar una evaluación económica para estimar la viabilidad económica de los beneficios y contrabeneficios que dicho proyecto puede tener, aquí se presentan a grosso modo los principales aspectos positivos y negativos que un sistema de Telegestión puede tener.

Aquí se presenta en forma generalizada, algunos porcentajes de la mejora de algunos indicadores relacionados con la calidad del servicio del SALP. Estas cifras deben tomarse solo como ejemplos ilustrativos ya que provienen de algunos fabricantes de sistemas de Telegestión y es lo que se promociona al implementar un sistema de Telegestión:

- Ahorro del consumo energético por efecto de la dimerización de las luminarias: 10% al 20%
- Ahorro en los costos de mantenimiento por efecto de la gestión de activos del sistema: 20% al 30%
- Mejora en los tiempos de detección y reparación de puntos luminosos en falla: Hasta el 70%
- Porcentaje de las ordenes de trabajo que se generan automáticamente: Hasta el 70%
- Reducción de las PQR en zonas telegestionadas: Hasta del 30%
- Reducción de las visitas a terreno para reparación: 50%

Riesgos y desventajas:

- Cada luminaria tiene mayor cantidad de equipo electrónico que la hace más susceptible a fallas por causa de sobretensiones en la red AC, debidas a maniobras y/o descargas eléctricas atmosféricas.
- El correcto funcionamiento del sistema de telegestión puede verse afectado en gran medida ya que depende de la confiabilidad del acceso de la red de comunicación entre controladores en luminarias y/o tableros de distribución (protocolos inalámbricos, o de comunicación por la red eléctrica) y la cobertura y confiabilidad de la red de telefonía celular que sube la información a la nube.
- Posible vulnerabilidad del sistema de Telegestión a ataque cibernéticos, debidos a debilidades de seguridad informática en los diferentes puntos de acceso a Internet.

1.1.3 Descripción Técnica del Sistema de Telegestión

En la Ilustración 14 se presenta la estructura a nivel de capas de conexión para la comunicación de los dispositivos en cada luminarias o tablero de distribución hasta el centro de gestión centralizado (CMS por las siglas en inglés), donde está el software de operación y monitoreo del SALP.

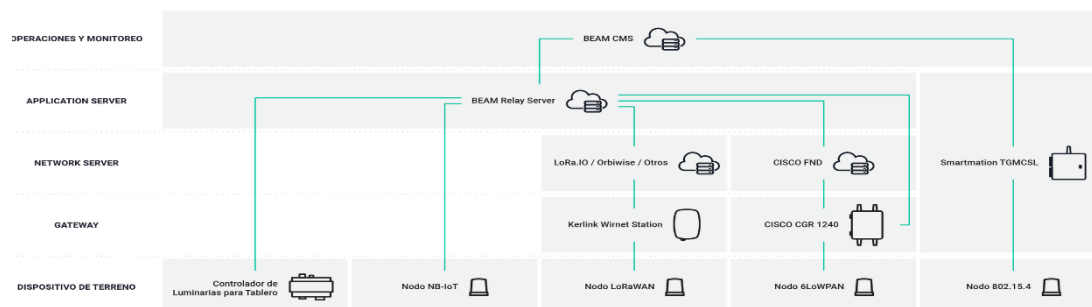


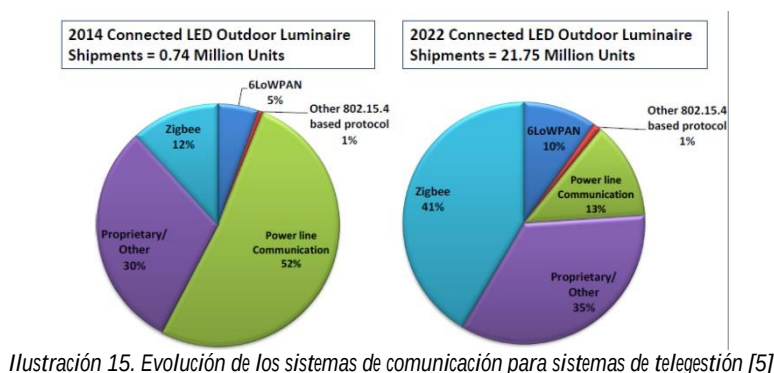
Ilustración 14. Estructura a nivel de capas de conexión en la comunicación de un sistema de Telegestión. Fuente: <https://www.smartmation.com/telegestion/>

En este diagrama se representan como es la estructura de comunicación entre cuatro tipos de controladores individuales de luminaria, que normalmente son externos a la luminaria y por conexión de cinco o siete pines. Cada una de estos cinco tipos diferentes de controlador individual y grupal usa diferente tipo de comunicación inalámbrica. Adicionalmente se muestra los equipos de comunicación para subir la información a la nube, lo cual se hace normalmente mediante una red de telefonía celular, para finalmente llevarlo al Centro de Gestión Centralizado - CMS.

Si bien la mayoría de los equipos de Telegestión que se ofertan actualmente se ofertan, son compatibles con todas las tecnologías de fuentes luminosas que integran los sistemas de alumbrado público, como HID de sodio, Haluros Metálicos, Inducción, etc. Es recomendable implementar la Telegestión en luminarias de tecnología LED que cuentan con el socket fotocelda de 7 pines, con el fin de tener un sistema que no sea invasivo del conjunto de la luminaria, ni se requiera realizar perforaciones o adaptaciones adicionales, para instalar elementos como la antena de comunicación, lo que podría conllevar a la pérdida de hermeticidad y por supuesto de la garantía de la luminaria.

a. Tendencias de los sistemas de comunicación para telegestión

De acuerdo al estudio de prospección realizado por [5], se ve en la Ilustración 15 que la comunicación cableada usando la red de alimentación de potencia de las luminarias (PLC por las siglas en inglés: *Power Line Communication*) ha perdido espacio en este campo, mientras que protocolos inalámbricos como Zigbee están tomando preponderancia en la Telegestión.



b. Estimación del consumo energético por aforo

Cuando no se cuenta con circuitos exclusivos de alimentación de los SALP, la estimación del consumo por aforo es la opción más común en los sistemas de alumbrado público. Debido a la imposibilidad de medir directamente el consumo energético y si no se dispone del sistema de teledetección, es necesario hacer una estimación del consumo de energía, asumiendo que un porcentaje de luminarias están encendidas por un periodo fijo diario. Este sistema para estimación del consumo energético del SALP puede tener errores significativos dependiendo del porcentaje de luminarias que no estén funcionando. Sin embargo, si el mantenimiento realizado al SALP es adecuado y eficaz, este método puede llegar a ser muy preciso.

c. Funcionalidad del Software del Control y Gestión

Es recomendable que el software del Centro de Gestión Centralizado tenga las siguientes funciones y características principales sin que sean las únicas:

Permitir la operación e integración con sistemas de Telegestión de otras fabricantes.

Que el fabricante garantice un tiempo mínimo de soporte superior a cinco años.

Permitir visualizar en un mapa la ubicación de cada punto de control proporcionando la información geo-referenciada de la luminaria.

Permitir las siguientes actividades de supervisión y control sobre cada luminaria:

- Medida de potencia instantánea, consumo eléctrico, voltaje, corriente, factor de potencia, cálculo de la potencia Activa, Reactiva y aparente por cada punto.
- Encendido y apagado.
- Control del ajuste de la potencia de forma programada. (Dimerización).
- Calendario de eventos programable.
- Posibilidad de programación manual.
- Alarmas individuales, agrupadas o sectorizadas.
- Detección de fallo de lámpara.
- Medida de horas de funcionamiento.

Disponer de un histórico de consumos e intervenciones realizadas sobre la instalación (mantenimientos predictivos, preventivos y/o correctivos).

Permitir la creación de reportes y gráficos como:

- Consumos por punto, calles, sector, centro de mando y cualquier otra agrupación que se desee.
- Ahorros valorados sobre la operación: diaria, semanal, mensual y comparativo con periodos anteriores.

Disponer del siguiente tipo de alertas:

- Un contador de horas de funcionamiento por luminaria o por grupo de luminarias, para realizar gestiones preventivas.
- Reporte de punto en falla a través del envío de correos electrónicos y/o mensajes de texto.
- Permitirá que se puedan asociar algunas alertas a teléfonos en situaciones de emergencia.

1.1.4 Algunos ejemplos de telegestión

De acuerdo con estudios de proyección [6], para finales de 2019 el número de luminarias conectadas a internet apenas superaba los diez millones, sin embargo, se estimaba un crecimiento acelerado de la implementación de la gestión de estas, duplicando esta cifra para 2022. En la Ilustración 16 se presenta el top 10 de las ciudades con mayor número de luminarias gestionadas.

Rank	City	Connected streetlights	Country
1	Miami	500,000	 United States
2	Paris	280,000	 France
3	Madrid	225,000	 Spain
4	Los Angeles	165,000	 United States
5	Jakarta	140,000	 Indonesia
6	Montreal	132,500	 Canada
7	Birmingham	130,000	 United Kingdom
8	Dongguan	120,000	 China
9	Buenos Aires	108,500	 Argentina
10	Milan	101,060	 Italy

Source: IOT Analytics, Arthur D. Little analysis

Ilustración 16. Ciudades con mayor número de luminarias telegestionadas, tomado de [1]

Para el resto de los países de gran tamaño, se puede decir que, a principios de 2018, China tenía alrededor de 500 proyectos piloto de ciudades inteligentes [7].

A nivel de la región latinoamericana existen Ciudades pioneras en Telegestión como Buenos Aires, donde informan que tienen actualmente cerca de 140.000 luminarias telegestionadas. Otras ciudades Argentinas que ya cuentan también con Telegestión de SALP son Ciudad Rosario con 7000 luminarias y Avellaneda con 3000 luminarias.

Por su parte el Grupo FONAFE de Perú, reporta cerca de 120.000 luminarias telegestionadas, con la expectativa de llegar a 500 mil luminarias en todo el país para el año 2022 en conjunto con otras empresas del sector.

a. Algunos ejemplos de telegestión en Colombia

En Medellín, la empresa EPM desarrollo un proyecto piloto de sistema de telegestión para el alumbrado público, en el que se instalaron 3.818 equipos (2.024 HID y 1794 LED) en donde además se considera reducción de flujo luminoso en algunos horarios para la tecnología LED. Incluso este proyecto hizo acreedor a EPM de un certificado de reconocimiento por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MINTIC).

Bucaramanga es una de las ciudades pioneras tanto en la penetración de la tecnología LED como en la inclusión de la telegestión, actualmente esta ciudad cuenta con más del 80% de su parque de alumbrado público en tecnología LED, además cuenta con 128 sitios públicos con luminarias telegestionadas, lo que representa 3000 puntos telegestionados, de acuerdo con el plan de desarrollo 2020 – 2023 se tiene previsto tener 30.000 luminarias telegestionadas, puntos que de los actuales, tienen y tendrán sensores de polución, basuras, temperatura entre otros.

b. Algunos ejemplos de telegestión en Bogotá

Con el ánimo de fomentar la evaluación de las diferentes alternativas tecnológicas relacionadas con telegestión en 2017 la UAESP ha desarrollado 3 planes piloto en la ciudad de Bogotá en donde se han involucrados tres propuestas de proveedores con alternativas diferentes, los proyectos se describen como sigue,

PROVEEDOR	PUNTO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN DEL PILOTO	Nro. EQUIPOS
PHILIPS	San Luis	Instalación de luminarias para el Parque San Luis	Cra 18 con Calle 60	27
	Cerro Suba	Instalación de luminarias para la sede operativa de CODENSA en el Cerro Suba.	Calle 169B Con Av. Boyacá	3
INTELLILIGHT-INTERLOG	San Luis	Telegestión con Radiofrecuencia en la banda de libre utilización. Uno de cabecera y siete para telegestión individual.	Cra 18 calle 60 y cra 19a entre calle 61 y 63	1
	San Luis			7
ISOEN	CAD UAESP	Instalar luminarias LED telegestionadas en el controlador (integrado).	CAD-Calle 26 NQS (Luminarias Propias ISOEN) Cra 13 calle 53-54 (Luminarias LED, no requiere intervenir la luminaria)	10

El parque de la 93 en la ciudad de Bogotá también cuenta con un conjunto de luminarias gestionadas, sin embargo, se han presentado fallos en el sistema.

1.1.5 Evaluación económica de los sistemas de telegestión

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto se ha desarrollado una hoja en Excel. A partir de las consideraciones prácticas, estudios de mercado y considerando características de los sistemas de gestión actuales se ha desarrollado modelo a partir del cual se consideran diferentes escenarios. El usuario puede ingresar las características del proyecto de telegestión que quiere evaluar, a partir de dichas consideraciones obtendrá los parámetros económicos que le permitan determinar la viabilidad del proyecto, la hoja presenta automáticamente recomendaciones a cerca del proyecto en función de los índices, VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). En la Ilustración 17 se presenta las variables de entrada de análisis del proyecto y los indicadores generados.

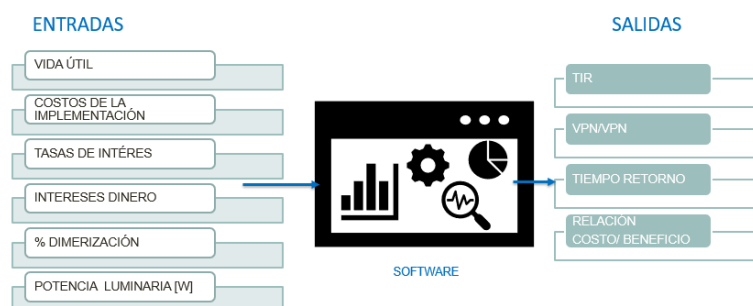


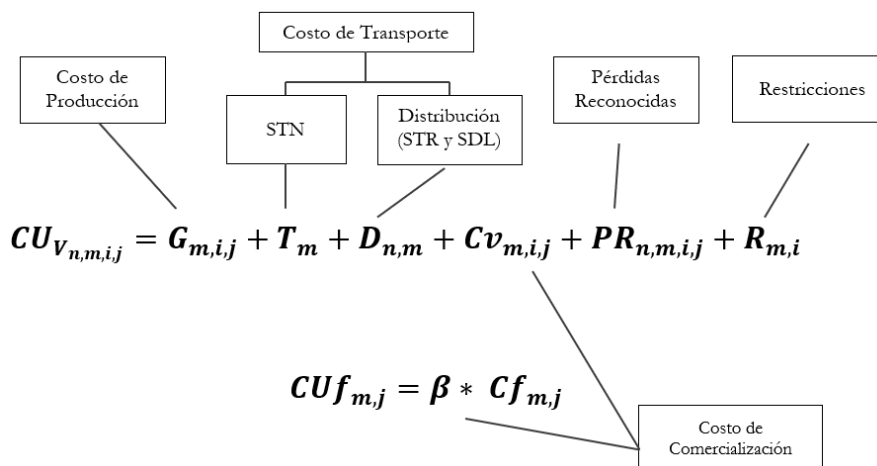
Ilustración 17. Entradas y salidas de la aplicación que realiza el análisis económico del proyecto de telegestión.

El ejemplo de evaluación económica implementado en la hoja de MS-Excel® se basan en las tasas económicas de crecimiento, por ejemplo, el Índice de Precios al Consumidor (IPC) reportado por el DANE, la tasa de crecimiento del costo de la energía eléctrica reflejada en la última década y el promedio de 4 cotizaciones de sistemas de telegestión para 50 mil luminarias realizadas en diciembre 2019.

Haciendo variación en los datos de entrada más relevantes del proyecto como son: Potencia promedio de las luminarias a telegestionar, vida útil del proyecto de telegestión y el porcentaje de ahorro energético por dimerización de las luminarias, se puede evaluar cuál es el mejor escenario para que un proyecto de telegestión sea viable.

ANEXO G – Análisis de tarifas de la energía eléctrica para el alumbrado público

Previo a revisar el comportamiento histórico de las tarifas, a continuación, se presenta una breve revisión de la estructura de la tarifa, según la resolución CREG 119 de 2007 (corregida, modificada y complementada por las resoluciones CREG 017 de 2008, 156 de 2009, 173 de 2011, 191 de 2014 y 030 de 2018), que permite a los comercializadores minoristas de electricidad establecer los costos de prestación del servicio a usuarios regulados en el Sistema Interconectado Nacional.



Donde:

- **Costo de la Generación (G):** Es el costo de la energía, para los usuarios que tienen libertad de negociar las tarifas, resulta de los acuerdos bilaterales establecidos con los comercializadores. Está dada en pesos por kWh.
- **Transmisión (T):** Costo del transporte de la energía en el sistema de transmisión nacional – STN, es una estampilla nacional que varía mensualmente. Está dada en pesos por kWh.
- **Distribución (D):** Costo del transporte en los sistemas de distribución, que incluyen el sistema de transmisión regional y los sistemas de distribución local. Está dada en pesos por kWh.
- **Costo de comercialización (C):** es el costo asociado a la gestión comercial que realice el comercializador, tanto en el mercado mayorista y con el usuario. Para los usuarios no regulados y para el alumbrado público, resulta de la negociación con el comercializador. Para los usuarios regulados incluye el proceso de lectura, liquidación, facturación y gestión de cobro. Está dada en pesos por kWh.
- **Pérdidas (PR):** Esta componente de la tarifa consta de dos partes: i) costo de la energía perdida en el proceso de transporte, y ii) costo del transporte en el STN de la energía perdida en el STN. Está dada en pesos por kWh. Por tanto, la componente PR, en la componente relacionada con la pérdida de energía se valora como una fracción del valor del G, y la componente de pérdidas en el STN se valora como una fracción del valor del T.
- **Restricciones (R):** Esta componente representa los costos operativos adicionales que requiere el mercado por limitaciones técnicas de la red. Está dada en pesos por kWh.

El alumbrado público tiene libertad tarifaria según lo estableció la Resolución CREG 123 de 2011, en este sentido los municipios pueden elegir al comercializador que los atiende y acordar el costo de la energía, en particular el valor del G y el valor del C.

A continuación, los resultados de la revisión de las tarifas históricas de alumbrado público

a) Información

Se estableció una base de datos con información de los municipios de 11 departamentos y el Distrito Capital, para el periodo 2008 a 2019, sin embargo, se analizó la información del periodo 2013 a 2019. Los departamentos de los que se encontró información son: Antioquia (122 municipios), Boyacá (123 municipios), Caquetá (14 municipios), Casanare (18 municipios), Cesar (8 municipios), Cundinamarca (88 municipios), Nariño (56 municipios), Putumayo (3 municipios), Quindío (12 municipios), Risaralda(municipios) y Santander (87 municipios), adicionalmente se consideró información de las ciudades de Bogotá D.C. y Medellín de forma separada.

b) Análisis de la información

Las tarifas de suministro de la energía para el alumbrado público disponibles en la información de la SSPD no está desagregada por componentes, por tanto se realizó un ejercicio de aproximación, en el cual se retiraron de las tarifas de alumbrado público aquellas componentes que son reguladas o son costos del mercado comunes a todos los usuarios, esto es, se restó de la tarifa de alumbrado público el cargo de transmisión, el cargo de distribución, el costo de las restricciones, quedando como componentes propias el cargo de generación (G), de comercialización (C) y de pérdidas (PR).

Se realizan los siguientes análisis por departamento y para las ciudades de Bogotá DC y Medellín:

- El primer ejercicio consiste en determinar la evolución en el tiempo de las componentes (G + C +PR).
- El segundo ejercicio busca determinar la dispersión de las tarifas de alumbrado público en los municipios que constituyen cada departamento, de tal forma que se presenta la desviación estándar de las tarifas medias expresadas como un porcentaje de la media.
- El tercer ejercicio realiza una comparación entre la tarifa de alumbrado público de cada municipio así: i) las tarifas reguladas para cada mercado en el nivel de tensión 1 para el estrato 4; y ii) las tarifas reguladas en el nivel de tensión 2.
- El cuarto ejercicio consiste en determinar el nivel de competencia en los municipios de cada departamento, revisando cuantos municipios y cuánto tiempo han sido atendidos por un comercializador diferente al comercializador vinculado con el operador de red.

c) Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los primeros tres ejercicios.

Tabla 3 Resultados por departamento

Departamento	Ejercicio 1	Ejercicio 2		Ejercicio 3	
	Incremento promedio anual (%)	G + C + PR Prom. 2019 (\$/kWh)	Desv. (%)	Tar AP /TarN2 (%)	Tar AP /TarN1E4 (%)
Antioquia	11%	180	3%	101%	81%
Arauca	43%			88%	72%
Bogotá DC	14%	269	NA	105%	83%
Boyacá	4%	223	5%	99%	80%
Caquetá	11%	275	3%	100%	84%
Casanare	13%	268	0%	104%	87%
Cesar	8%	222	18%	100%	82%
Cundinamarca	10%	233	2%	105%	83%
Medellín	11%	144	NA	88%	71%
Nariño	15%	216	9%	87%	73%

	Ejercicio 1	Ejercicio 2		Ejercicio 3	
Departamento	Incremento promedio anual (%)	G + C + PR Prom. 2019 (\$/kWh)	Desv. (%)	Tar AP /TarN2 (%)	Tar AP /TarN1E4 (%)
Putumayo	11%	327	0%	105%	89%
Quindío	9%	220	17%	100%	82%
Risaralda	6%	251	14%	104%	85%
Santander	6%	211	13%	101%	83%
Nacional	9%	216	15%	100%	81%

Fuente: Construcción propia con base en información pública del SUI

i. Resultado del análisis de evolución en el tiempo de las componentes (G + C + PR)

El crecimiento anual agregado de las componentes (G + C + PR) para el alumbrado público, a nivel nacional para el periodo 2013 – 2019 presenta una tasa media del 9%, siendo Boyacá el departamento con la menor tasa de crecimiento, 4% y Arauca el departamento que presenta el mayor incremento promedio anual, siendo este del 43%.

En el caso de las grandes ciudades de las que se dispuso de información: Medellín presenta un incremento anual promedio equivalente al de todo el departamento de Antioquia e igual al 11%. Mientras que para Bogotá el crecimiento promedio anual es del 14%, superior al del resto de Cundinamarca, el cual es del 10%.

ii. Resultado del análisis de dispersión de las tarifas de alumbrado público

Las tarifas de energía para el alumbrado público en las componentes G, C y PR de 2019 presentan para un universo de 555 municipios un promedio 216 \$/kWh, con varianza expresada como un porcentaje de la media del 15%.

Al revisar las tarifas de los municipios por departamento se encuentra:

- Los municipios de Antioquia presentan una tarifa promedio de 180 \$/kWh, con una dispersión medida como la desviación estándar expresada como un porcentaje de la media del 8%. Con un máximo de 248 \$/kWh en el municipio de Nariño, el cual no es atendido por el comercializador incumbente y un mínimo en el municipio de Caldas de 138 \$/kWh.
- Los municipios de Boyacá presentan una tarifa promedio de 223 \$/kWh, que corresponde a dos tarifas 211 \$/kWh y de 269 \$/kWh que se presenta en 95 y 25 municipios respectivamente.
- En los municipios del departamento del Caquetá la tarifa de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 276 \$/kWh excepto para el municipio de San Vicente del Caguán que tuvo una tarifa de 253 \$/kWh.
- En los municipios del departamento del Casanare la tarifa de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 268 \$/kWh.
- En los municipios del departamento del Cesar la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 222 \$/kWh, con una dispersión del 18%. Siendo la mayor tarifa \$335/kWh en el municipio de Gamarra y la tarifa mínima de 202 \$/kWh la cual corresponde al municipio de Aguachica.
- En los municipios del departamento de Cundinamarca, la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 233 \$/kWh, con una dispersión del 2%. Siendo la mayor tarifa 269 \$/kWh en el municipio de Ubalá, el cual no es atendido por el comercializador incumbente, y la tarifa mínima de 231 \$/kWh la cual corresponde a 31 municipios.
- En los municipios del departamento de Nariño, la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 216 \$/kWh,

con una dispersión del 9%. Siendo la mayor tarifa 323 \$/kWh en el municipio de Pasto, el cual no es atendido por el comercializador incumbente, y la tarifa mínima de 153 \$/kWh la cual corresponde al municipio de Pasto la fracción del año que fue atendido por el comercializador incumbente.

- En los municipios del departamento del Putumayo la tarifa de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 327 \$/kWh.
- En los municipios del departamento de Quindío, la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 220 \$/kWh, con una dispersión del 17%. Siendo la mayor tarifa 345 \$/kWh en el municipio de Filandia (este municipio también presenta para 2019 una tarifa de 220 \$/kWh, aspecto que se podría explicar por la terminación de un contrato y el inicio de otro) el cual es atendido por el comercializador incumbente, y la tarifa mínima de 198 \$/kWh la cual corresponde al municipio de Armenia.
- En los municipios del departamento de Risaralda la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 251 \$/kWh, con una dispersión del 14%. Siendo la mayor tarifa 345 \$/kWh en el municipio de Dos Quebradas y la tarifa mínima de 191 \$/kWh la cual corresponde al municipio de Pereira, los demás municipios presentan una tarifa de 248 \$/kWh.
- En los municipios del departamento de Santander la tarifa promedio de alumbrado público para las variables en consideración (G + C + PR) durante 2019 fue de 211 \$/kWh, con una dispersión del 13%. Siendo la mayor tarifa 304 \$/kWh en el municipio de Aratoca y la tarifa mínima de 97 \$/kWh la cual representa un valor exótico y corresponde al municipio de San Gil.

iii. Resultados del análisis de la Tarifa AP/Tarifa N1 en el estrato 4

La comparación de las tarifas de alumbrado público con las tarifas reguladas en el nivel de tensión 1 estrato 4, los resultados muestran que en promedio las tarifas de alumbrado público representan un 81%, es decir que el alumbrado público paga tarifas inferiores a las tarifas de los usuarios residenciales de estrato 4.

Este indicador muestra una dispersión baja entre todos los municipios y en el agregado departamental.

Medellín presenta la relación más baja entre las tarifas de alumbrado público y las tarifas residenciales estrato 4, siendo esta del 71%, lo que permite concluir que, si bien este departamento ha presentado una tasa de crecimiento de las tarifas del AP relativamente alta, del 11%, las mismas son inferiores considerablemente a las que pagan los usuarios residenciales sin subsidio.

En el caso de Bogotá las tarifas de alumbrado público resultan ser un 83% de las tarifas de los usuarios residenciales estrato 4, muy cercano a la media nacional.

A nivel departamental se observa que Arauca presenta una de las relaciones más bajas entre las tarifas de alumbrado público y las tarifas residenciales estrato 4, siendo esta del 72%, lo que permite concluir que, si bien este departamento ha presentado una alta tasa de crecimiento de las tarifas del AP del 43%, las mismas son inferiores considerablemente a las que pagan los usuarios residenciales sin subsidio.

El departamento con la mayor relación de tarifas de alumbrado público respecto al sector residencia estrato 4 es Putumayo con un 89%, aspecto que toma relevancia cuando consideramos que se ha tenido una tasa de crecimiento de las tarifas (G + C + PR) del 11%.

iv. Resultados del análisis de la Tarifa AP/Tarifa N2

En lo referente a la relación de las tarifas de alumbrado público con respecto a las tarifas reguladas en el nivel de tensión 2, los resultados muestran que, en promedio sobre el total de los municipios revisados, las tarifas de alumbrado público resultan ser equivalentes a las tarifas de nivel 2.

El departamento que presenta la menor relación entre las tarifas de alumbrado público y las tarifas de nivel 2 es Nariño, siendo esta del 87%.

Cundinamarca y Bogotá presentan la mayor relación entre las tarifas de alumbrado público y las tarifas de nivel 2, siendo esta del 105%.

v. Resultados del análisis del nivel de competencia en la actividad de comercialización de la energía para el AP

Para revisar el nivel de desafío de la actividad de comercialización se revisa para el horizonte 2013 – 2019, en número de municipios-año, sobre el número de municipios- año total. Este ejercicio se realiza para cada mercado, definido en general por las redes del mercado.

- Antioquia: de un total de 857 municipios – año, 7 municipios – año corresponden a un comercializador diferente, esto es de un 100% solo el 0,82%, han sido atendidos por un comercializador diferente al incumbente, siendo estos los 7 años en que un comercializador incumbente vecino ha atendido al mismo municipio.
- Arauca: de un total de un total de 36 municipios – año, el cien por ciento son atendidos por el comercializador incumbente.
- Bogotá: Bogotá es atendido todo el tiempo por el comercializador incumbente.
- Boyacá: de un total de 868 municipios – año, 854 municipios – año corresponden al comercializador incumbente, esto es el 98,4%. Los restantes municipio – año han sido servidos por los respectivos operadores de red (municipios del departamento que son atendido por otros operadores de red).
- Caquetá: de 105 municipios – año, 98 municipios -año fueron atendidos por el comercializador incumbente, esto es el 90,7%, los restantes municipios-año, corresponden al municipio de San Vicente del Caguán, atendido por la Electrificadora del Huila.
- Casanare: de un total de un total de 124 municipios – año, el cien por ciento son atendidos por el comercializador incumbente.
- Cesar: de 70 municipios – año, 68 municipios -año fueron atendidos por comercializadores diferentes al incumbente, esto es el 97,1%, los restantes municipios-año, corresponden al comercializador incumbente. Los comercializadores diferentes al incumbente son comercializadores incumbentes de mercados vecinos.
- Cundinamarca: de un total de 604 municipios año, 597, esto es el 98,8% de los municipios año, son atendidos por el comercializador incumbente, los restantes 13 municipios-año son atendidos por el comercializador incumbente del mercado vecino.
- Nariño de 341 municipios – año, 339 municipios-año fueron atendidos por el comercializador incumbente, esto es el 99,7%, los restantes municipios-año, corresponden a un comercializador puro, que presentó la tarifa más alta del departamento en 2019.
- Putumayo: el cien por ciento de los 20 municipios año fueron atendidos por el comercializador incumbente.

- Quindío: de los 80 municipios – año, 66 municipios – año fueron atendidos por el comercializador incumbente, esto es el 82,5%, los restantes municipios – año fueron atendidos por comercializadores incumbentes vecinos, sin cambio de comercializador.
- Risaralda: de 82 municipios – año, 14 fueron atendidos por el comercializador incumbente, esto es el 17%%. Los restantes 68 municipio – año fueron atendidos dos comercializadores incumbentes vecinos.
- Santander: de un total de 637 municipios – año, 599 fueron atendidos por el comercializador incumbente, esto es el 94%. Los restantes 38 municipio – año fueron atendidos cuatro comercializadores incumbentes vecinos, siendo uno de los departamentos con mayor concurrencia de agentes comercializadores diferentes al incumbente.

ANEXO H – Control grupal e individual de luminarias en la telegestión de SALP

Los sistemas de Telegestión de los SALP se pueden clasificar por el tipo de circuito de alimentación que tienen las luminarias que se quieren telegestionar, esto es, circuitos exclusivos o mixtos. Los circuitos exclusivos son aquellos que solo alimentan luminarias de AP, y mediante la implementación de un controlador de Segmento o **controlador de tablero de distribución** se puede hacer control de encendido / apagado y medición grupal del consumo energético y características de la tensión y corriente al conjunto de luminarias conectadas a dicho punto común o tablero de distribución.

Por otro lado, los circuitos mixtos, además de alimentar luminarias de alumbrado público, también alimentan cargas de otro tipo, es por esta razón que se requiere implementar un controlador de nodo o **controlador individual de luminaria**, si se quiere tener información del consumo energético y las características de tensión y corriente de este tipo de SALP.

El efecto más importante que tienen estos dos tipos de monitoreo y control en la implementación del sistema de Telegestión es el costo, debido a la mayor cantidad de controladores que hay que instalar en los sistemas mixtos. Sin embargo, este es el tipo de circuito más común en los SALP ya existentes en nuestro país.

- **Control individual:** Deben ser sistemas de fácil conexión a la luminaria, preferiblemente con sockets tipo NEMA de 5 o 7 pines para fotocontroles. Es deseable que este sistema permita georeferenciación y monitorización de variables como consumo energético, tensión, corriente y factor de potencia. Igualmente, se requiere que pueda realizar gestión de alarmas, dimerización de la fuente de luz con protocolos estandarizados y el encendido/apagado automático con reloj astronómico programable y/o sensor de luz.
- **Control grupal:** Un Controlador de tablero o controlador de segmento, es un sistema para ser instalado en un tablero de distribución con circuitos exclusivos de alimentación del SALP. Es deseable que este sistema permita geo-referenciación y monitorización de variables como consumo energético, tensión, corriente y factor de potencia en forma grupal a todas las luminarias conectadas a cada circuito del tablero. Igualmente, se requiere poder realizar el encendido/apagado automático con reloj astronómico programable y/o sensor de luz.

En los dos casos, la información debe poder enviarse al centro de control para su análisis y gestión mediante protocolos de comunicación inalámbrica ampliamente reconocidos y con la suficiente flexibilidad para adaptarse a cualquier tipo de tecnología de las redes de telefonía celular que tengan cobertura en el sitio del SALP. De igual forma, el acceso al sistema de telegestión debe poder realizarse desde el centro de control o cualquier dispositivo móvil del personal de mantenimiento en sitio.

ANEXO I– Aspectos relevantes de los contratos de suministro

Los contratos para el suministro de energía eléctrica con destino al SALP se encuentran sujetos a las disposiciones de las leyes 142 y 143 de 1994 y la regulación de la CREG, tal como lo establece el artículo 7 del Decreto 943 de 2018:

*"ARTÍCULO 2.2.3.6.1.5. **Contratos de suministro de energía.** Los contratos para el suministro de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado público se regirán por las disposiciones de las leyes 142 y 143 de 1994, y la regulación expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.*

Adicionalmente, el contratante velará por que el proceso contractual y la suscripción del documento respectivo se realicen con la suficiente antelación y en la cantidad de energía necesaria, con el objetivo de evitar sobrecostos en la prestación del servicio de alumbrado público y brindar estabilidad frente a la volatilidad del costo de la energía eléctrica."

En particular, la Resolución CREG 123 de 2011 define el contrato de suministro de energía y el suministro (artículo 3) así:

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.*

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

Así mismo, en el artículo 7 de la mencionada resolución establece:

a) Para el suministro de energía con destino al alumbrado público se aplicará el régimen de libertad de precios de acuerdo con las reglas previstas en las Leyes [142](#) y [143](#) de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen, según lo previsto (...) y el último inciso del artículo [29](#) de la Ley 1150 de 2007.

(...)

c) Las características técnicas del suministro de energía eléctrica para el sistema de alumbrado público deben corresponder con lo establecido en los Códigos de Distribución y de Redes o aquellos que la modifiquen, adicionen o complementen, mientras que las características técnicas de los equipos de alumbrado público deben corresponder con las del Retilap y la Ley [697](#) de 2001 en lo que corresponda.

Por tanto, el contrato de suministro de energía está sujeto al régimen de los servicios públicos domiciliarios, por lo que debe imperar la libertad de tarifas y la libre competencia tal y como lo señala el artículo 43 de la ley 143 de 1994. Las características principales del contrato de suministro de energía son las siguientes:

1. Se rigen por la ley 142, 143 de 1994 y por la regulación que expida la CREG.
2. Para efectos contractuales el municipio o distrito es un usuario del servicio público de energía.
3. Es un contrato reglado por el ordenamiento jurídico, en donde incluso el artículo 18 de la Resolución 123 de 2011 determina los elementos mínimos que deben incorporarse en la estructuración contractual.

4. Debe imperar la libertad de tarifas en el cargo de comercialización y en el componente de generación, entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios o distritos.
5. Debe aplicarse el principio de la libre competencia por parte de los municipios y distritos para la designación de la(s) empresa(s) que suministre la energía con destino al servicio de alumbrado público.
6. Conforme al valor de la energía (kWh) requerida por el municipio y distrito, se determinará la cuantía para escoger la modalidad de selección a implementar.
7. El contrato debe estar precedido por un estudio de mercado para identificar los precios de la energía eléctrica y debe basarse en un inventario actualizado de las luminarias que le permita al ente territorial determinar la carga instalada y por ende la cantidad de energía, la frecuencia del suministro y los períodos de entrega con destino al servicio de alumbrado público.
8. Las características técnicas del suministro conforme a la Resolución 123, deberá corresponder con lo establecido en los Códigos de Distribución y de Redes o aquellos que la modifiquen, adicionen o complementen.
9. Para la determinación del consumo de energía eléctrica, los activos de alumbrado público de los municipios o distritos deberán contar con sistemas de medición y en caso de que *“(...)no exista medida del consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público, la empresa comercializadora lo determinará con base en la carga resultante de la cantidad de las luminarias que se encuentren en funcionamiento en el respectivo municipio o distrito, multiplicada por un factor de utilización expresado en horas/día y por el número de días del período de facturación utilizado para el cobro, aplicando”*² la fórmula determinada en el artículo 12 de la Resolución 123 de 2011.
10. *“El municipio estará obligado al pago oportuno del suministro de energía eléctrica y en ningún caso habrá lugar a la exoneración del pago, por expresa prohibición legal”*³.
11. Como ya lo mencionamos, el régimen contractual está enmarcado en la ley 142 de 1994, por lo que el municipio o distrito puede hacer uso del derecho de petición para presentar quejas o reclamos al comercializador respecto del objeto, el alcance, la facturación, las obligaciones y demás aspectos relacionados con la ejecución contractual.
12. Las reclamaciones que efectué el ente territorial respecto de la facturación efectuada por el comercializador, pueden ser objeto de recurso de reposición y apelación, ante el comercializador y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios respectivamente.
13. El Decreto 943 de 2018 en el artículo 9 incorpora como uno de los criterios para la configuración del impuesto de alumbrado público que el ente territorial deberá promediar el *“(...) consumo de energía (...) 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 regulado), que servirá como insumo para la contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación del servicio de alumbrado público.”*

² Resolución 123 de 2011, artículo 12.

³ Resolución 123 de 2011, artículo 15.

14. La tarifa que deben emplear los municipios o distritos, como ya lo mencionamos, debe basarse en la libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios o distritos, no obstante, el artículo 10 la Resolución 123 de 2011 determinó que en caso de que no se defina una tarifa, la tarifa máxima será:
- a. Cuando exista medición, la tarifa será la correspondiente al usuario regulado del sector oficial en el nivel de tensión en el cual se encuentre conectado el medidor.*
 - b. Cuando no exista medición, la tarifa será la correspondiente al usuario regulado del sector oficial en el nivel de tensión aplicable conforme a lo dispuesto en el literal v) artículo 4 de la Resolución CREG 015 de 2018.*

ANEXO J – Resumen aspectos sistemas de alumbrado público con energía solar: venta de excedentes

Tabla 4 Aspectos importantes para los sistemas de alumbrado público con energía solar: venta de excedentes

TEMA	AUTOGENERACIÓN DE PEQUEÑA ESCALA	GENERACIÓN DISTRIBUIDA
DEFINICIÓN	Autogenerador a Pequeña escala (AGPE): Es un autogenerador con potencia instalada igual o inferior a 1MW (límite definido en el Art.1 de la R. UPME 281 de 2015) Autogenerador: Usuario que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración.	Generador Distribuido (GD): Persona jurídica que genera energía eléctrica cerca de los centros de consumo y está conectado al sistema de distribución local con potencia instalada menor o igual a 0,1 MW.
TECNOLOGÍA	- Fuentes no convencionales de energía renovable: ✓ Reconocimiento de créditos de energía al AGPE (Art.17 R. CREG 030/2018)	
DESARROLLADOR DE LOS ACTIVOS	- El activo puede ser o no propiedad del municipio (distrito) - Libre competencia, con suscripción de contratos que pueden ser en modalidad: i) contrato llave en mano o EPC (<i>Engineering, Procurement and Construction</i>); ii) Modelo BOO (<i>Build - Own - Operate</i>); iii) Modelo BOOT (<i>Build - Own - Operate - Transfer</i>); iv) Modelo BOOM (<i>Build - Own - Operate - Maintain</i>). ✓ Desarrollado por el prestador del servicio de AP ✓ Desarrolladores particulares (terceros)	
INTEGRACIÓN A LA RED DE LA AUTOGENERACIÓN Y GD	- Cuando la cantidad de energía anual exportada por GD y AGPE supere el 4% de la demanda comercial nacional del año anterior, la CREG revisará y podrá modificar las condiciones de conexión y remuneración de las exportaciones de energía. - Estándares técnicos de disponibilidad del sistema en el Nivel de tensión 1: ✓ La sumatoria de la potencia instalada de los GD o AGPE que entregan energía a la red debe ser igual o menor al 15% de la capacidad nominal del circuito, transformador o subestación donde se solicita el punto de conexión. ✓ la cantidad de energía en una hora que pueden entregar los GD o AGPE que entregan energía a la red, cuyo sistema de producción de energía sea el compuesto por fotovoltaico sin capacidad de almacenamiento, conectados al mismo circuito o transformador del nivel de tensión 1, no debe superar el 50% de promedio anual de las horas de mínima demanda diaria de energía registradas para el año anterior al de solicitud de conexión en la franja horaria comprendida entre 6 a. m. y 6 p. m.	
CONEXIÓN O ACCESO A LA RED	Las establecidas en la R. CREG 030 de 2018. Solicitud y procedimiento de conexión simplificado.	
SISTEMA DE MEDICIÓN	- Cumplir con el Código de Medida (R. CREG 038/2014) a excepción de: ▪ Contar con el medidor de respaldo de (art. 13) ▪ La verificación inicial por parte de la firma de verificación (art. 23)	Cumplir con el Código de Medida (R. CREG 038/2014)

	▪ El reporte de las lecturas de la frontera comercial al ASIC, cuando se vende la energía al comercializador integrado con el OR al cual se conecta	
FRONTERA COMERCIAL	• Cumplir con la R. CREG 157 de 2011, o aquella que la modifique o sustituya.	
COMERCIALIZACIÓN DE LA ENERGÍA	Al utilizar FNCER: • Vende a C destino MR precio basado (crédito de energía) • Vende a G o C destino MNR precio pactado libremente • D-C está obligado a recibir excedentes a precio basado en (crédito de energía)	• Puede vender conforme a las reglas de la R. CREG 086/96 • Puede vender a un integrado D-C: obligación de compra y precio basado en una formula

ANEXO K – Variables del WACC

A continuación, se presentan las variables calculadas por la CREG para el cálculo del WACC siguiendo la formulación establecida en la Resolución CREG 095 de 2015.

Tabla 5 Variables y resultados obtenidos tasa de descuento actividad de distribución

Variable	Descripción	Fuente	Valor
$R_{f,t}$	Promedio de la tasa libre de riesgo del bono de los Estados Unidos de América a 10 años.	Bloomberg	2,3262%
W_d	Ponderador para el costo de la deuda. El valor a aplicar para efectos de cálculo es 40%	Resolución CREG 095 de 2015	40%
W_e	Ponderador para el costo del capital propio. El valor a aplicar para efectos de cálculo es $1 - W_d = 60\%$	Resolución CREG 095 de 2015	60%
T_x	Tributos por impuesto de renta	Ley 1819 de 2016: - 2018 - 2019 y ss	37% 33%
$\beta_{L,t}$	Beta apalancada $\beta_{L,t} = \beta_{U,t} * \left(1 + (1 - T_x) \frac{W_d}{W_e} \right)$	Cálculo: - 2018 - 2019 y ss.	0,6763 0,6890
$R_{m,t}$	Promedio de la prima de mercado	www.stern.ny u.edu/-adamodar/pc/datasets/histSP.xlsx	6,3760%
$R_{p,t}$	Promedio de la prima por riesgo país	Bloomberg	1,8574%
$R_{r,a}$	Prima por diferencias entre el esquema de remuneración del mercado de referencia y el esquema aplicado en Colombia para la actividad de distribución de energía eléctrica	Cálculo	0%
$Ke_{usd,a,t}$	Costo del capital propio en dólares, para la actividad de distribución de energía eléctrica $Ke_{usd,a,t} = R_{f,t} + (\beta_{L,t} * R_{m,t}) + R_{p,t} + R_{r,a}$	Cálculo: - 2018 - 2019 y ss.	8,4958% 8,5767%
$Swap_{cop,n,t}$	Promedio de la tasa de la curva swap libor peso	Bloomberg	6,2887%
$Swap_{usd,n,t}$	Promedio de la tasa de la curva swap libor	Bloomberg	2,2854%

Variable	Descripción	Fuente	Valor
$\beta_{U,t}$	Beta desapalancado: $\beta_{U,t} = \frac{\sum_{i=1}^{NE} \beta_{i,t} * Mkt_Cap_{i,t}}{Mkt_Cap_Total_t} \left(1 + (1 - Corp_Tax) \frac{Debt_Total_t}{Mkt_Cap_Total_t} \right)$	Cálculo	0,4763

Variable	Descripción	Fuente	Valor
$Ke_{cop,a,t}$	Costo del capital propio en pesos, equivalente al costo del capital propio en dólares, para la actividad de distribución de energía eléctrica:	Cálculo: - 2018	12,7422% 12,8264%

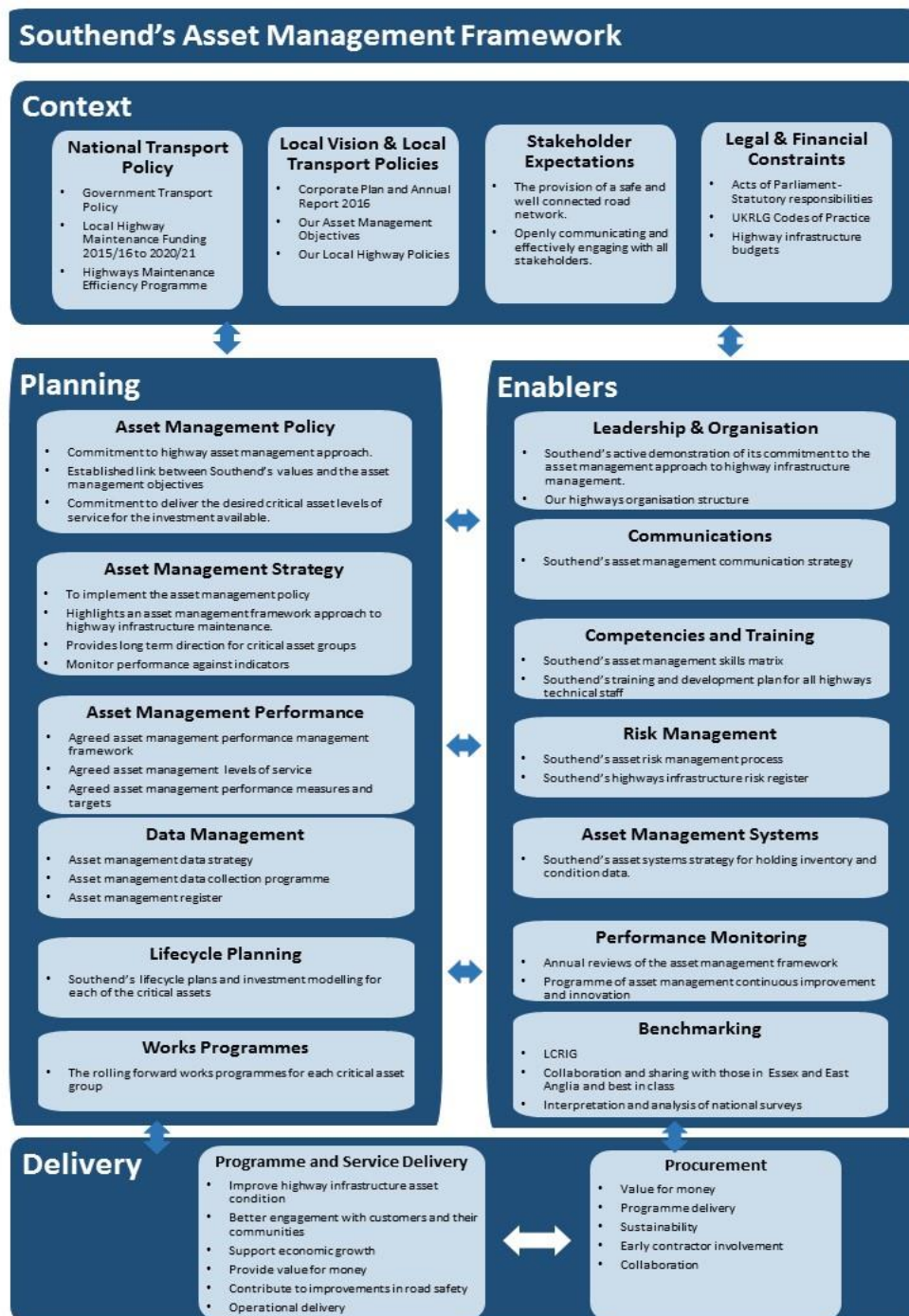
	$Ke_{cop,a,t} = \left[\frac{(1 + Ke_{usd,a,t})^n * (1 + Swap_{cop,n,t})^n}{(1 + Swap_{usd,n,t})^n} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$	- 2019 y ss.	
$Kd_{cop,t}$	Costo de la deuda en pesos	Banco de la republica	9,6197%
$WACC_{cop,a,t}$	Costo promedio ponderado de capital en pesos corrientes y antes de impuestos para la actividad de distribución de energía eléctrica $WACC_{cop,a,t} = W_d * Kd_{cop,t} + \frac{W_e * Ke_{cop,a,t}}{(1 - Tx)}$	Cálculo: - 2018 - 2019 y ss.	15,9833% 15,3342%
$TASA TES CO$	Tasas de las curvas cero cupón de los títulos de tesorería en pesos.	Ministerio de Hacienda	Ver "Tasa de retorno EE_D.xlsx
$TASA TES UV$	Tasas de las curvas cero cupón de los títulos de tesorería en UVR	Ministerio de Hacienda	Ver "Tasa de retorno EE_D.xlsx
$\pi_{cop,t}$	Expectativa de inflación. Promedio de las diferenciales entre las tasas de pesos y en UVR, calculadas como $\pi_{cop,i} = \frac{1 + Tasa TES COP_i}{1 + Tasa TES UVR_i} - 1$	Cálculo	3,1718%
$TD_{cop,a,t}$	Tasa en pesos constantes antes de impuestos para la distribución de energía eléctrica $TD_{cop,a,t} = \frac{WACC_{cop,a,t} - \pi_{cop,t}}{1 + \pi_{cop,t}}$	Cálculo: - 2018 - 2019 y ss.	12,4% 11,8%

Fuente: Documento CREG 011 de 2018

ANEXO L – Planes de Gestión de Activos

De la revisión realizada a diferentes planes de gestión de activos de infraestructura vial en el Reino Unido, se tiene que con mayor o menor detalle estos se han desarrollado en marco de las disposiciones presentadas en la siguiente ilustración:

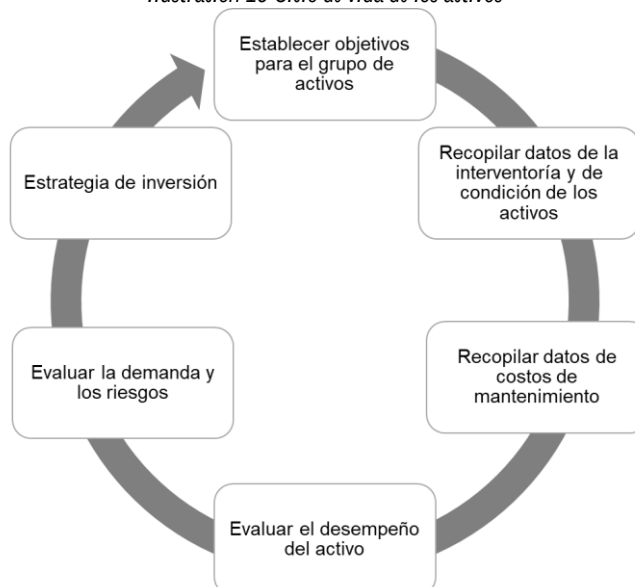
Ilustración 18 Marco de gestión de activos



Fuente: (Southend on Sea Borough Council, 2017)

Por otra parte, los Condados consideran que la gestión del ciclo de vida es clave para la gestión de activos tiene en cuenta las implicaciones de adquirir, mantener, operar y disposición de un activo (Staffordshire County Council, 2018). Los elementos considerados para la gestión del ciclo de vida del activo se presentan a continuación.

Ilustración 19 Ciclo de vida de los activos



Fuente: Elaboración propia, información (Milton Keynes, 2018)

La gestión de riesgos apoya el enfoque adoptado para la toma de decisiones a través del proceso de planificación de la gestión de activos. Un riesgo se puede definir como un evento incierto que tiene un efecto sobre el rendimiento de un activo o una serie de activos. Un factor de riesgo es el producto de la gravedad de un evento y la probabilidad de que ocurra. Una buena gestión del riesgo requiere definir la categoría del riesgo y escalas de tiempo para rectificar cualquier defecto potencial para abordar el riesgo.

La Ilustración 20 muestra la matriz de riesgos de Southend Onsea Borough Council. Este condado entrega las siguientes clasificaciones de probabilidad e impacto:

La probabilidad de ocurrencia se clasifica como sigue:

- Probabilidad alta: Muy probable que el evento ocurra en los próximos 12 meses
- Probabilidad media: Es probable que el evento suceda en algún momento durante el próximo
dos años
- Probabilidad baja: El evento no ha sucedido antes o ha sucedido raramente

Mientras que para el impacto se tiene:

- Impacto alto: Puede conducir a una fatalidad o destrucción o a pérdida. Requiere la acción de la gerencia corporativa
- Impacto medio: Puede provocar lesiones, interrupción significativa de la prestación del servicio y pérdidas financieras manejables. Podría ser gestionable por el departamento
- Impacto bajo: Gestionable por el responsable del presupuesto

El impacto del evento se multiplica por su probabilidad para producir una puntuación.

Ilustración 20 Matriz de riesgos

Probabilidad	Alta (3)	3	6	9
	Media (2)	2	4	6
	Baja (1)	1	2	3
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)
		Impacto		

Fuente: Elaboración propia, información (Southend on Sea Borough Council, 2017)

- Los riesgos con una puntuación superior a 6 requieren su inclusión en el registro de riesgos corporativos.
- La mitigación puede reducir los riesgos con una puntuación de 3 y 4
- Para 1 y 2 puede que no se requiera una acción inmediata

Algunos elementos de esta metodología de evaluación del riesgo ya habían sido incorporados por la CREG en la Circular CREG 059 de 2014 e hicieron parte de la determinación del perfil de obsolescencia de los activos de distribución requerido como parte del diagnóstico de los activos enmarcado en el plan de inversiones de los OR.

El nivel de riesgos debe evaluarse periódicamente para tener en cuenta las acciones de gestión del riesgo.

ANEXO M – Herramientas para los municipios

1. ETR

De acuerdo con el Decreto 943 de 2018, los municipios deben elaborar un Estudio Técnico de Referencia – ETR para la determinación de costos estimados de prestación en cada actividad del servicio de alumbrado público. Al respecto nos permitimos sugerir los siguientes aspectos que deben aplicar los municipios y distritos en la elaboración del ETR:

1.1 Criterios generales

Los criterios generales que el municipios o distrito debe aplicar para la formulación y presentación del ETR son los siguientes:

- a) La identificación, valoración de los beneficios esperados y los costos asociados, y priorización de los proyectos es responsabilidad del municipio o distrito.
- b) Debe emplearse información oficial, confiable, verificable y las fuentes de la información deben estar referidas.
- c) Debe contener el estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética (Diagnóstico del sistema).
- d) Debe señalarse el periodo en el cual se realizarán los análisis.
- e) Debe establecerse claramente los criterios de ejecución del Plan de Inversión: aumento de cobertura, disminución de consumo, disminución de costos, cumplimiento de metas de calidad.
- f) Las expansiones del servicio deben ser 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.
- g) Debe ser flexible y adaptable a la evolución del mercado, además deben considerar los riesgos potenciales y las acciones para mitigarlos.
- h) Para la evaluación de proyectos se ha de considerar los incentivos en materia tributaria entregados por la Ley 1715 de 2014.
- i) Para los municipios clasificados en las categorías especial, primera y segunda según los criterios de la Decreto Ley 2106 de 2019 se debe incluir en el Plan de Inversión los activos necesarios para la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos acorde con la norma ISO 55001 en un plazo de cinco (5) años contados a partir de la entrada de la Resolución expedida por la CREG para la remuneración del alumbrado público.
- j) En todos los casos el municipio debe incluir en su estudio técnico de referencia un diagnóstico de la infraestructura y un plan de manejo de la infraestructura considerando la antigüedad por grupo de activos y el nivel de riesgo de cada activo.

1.2 Actualización del ETR

Los lineamientos para la realización de los ajustes, modificación o sustitución del ETR son los siguientes:

- a) Cambio en los supuestos con los cuales se determinó la ejecución del Plan.
- b) Cambio en los parámetros empleados para la realización de los cálculos y valoración técnico-económica.
- c) Cambio en el periodo mínimo que determine la autoridad competente, sin que este periodo supere cuatro (4) años como lo estipula el Decreto 943 de 2018.

1.3 Publicidad y difusión del ETR

El ETR es un documento público y debe estar disponible en la página web de la alcaldía del municipio, según lo ordena el Decreto 943 de 2018.

1.4 Contenido del ETR

a. Diagnóstico

El diagnóstico debe contener, una descripción del estado de la prestación del servicio de alumbrado y debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- a) Población: se debe presentar según la información oficial del municipio, el número de habitantes totales y por vereda, las actividades económicas desarrolladas, el área del municipio expresada en km², discriminada en área urbana y área rural.
- b) Cobertura de los servicios públicos: Se debe indicar la cobertura de los servicios públicos domiciliarios, en particular agua, aseo, alcantarillado y energía eléctrica. Para lo cual debe presentar en cada uno de estos servicios el número de usuarios, el tipo de usuarios según actividad económica y para los usuarios residenciales clasificación según nivel socio económico (estratos) los consumos promedio.
- c) Inventario de los bienes, espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular que se ajusten a la definición de los bienes y espacios públicos 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.
- d) Cobertura del servicio de alumbrado público: El ETR en su diagnóstico debe incluir el índice de cobertura. El índice de cobertura se medirá y presentará a través de tres indicadores así:
 - i. Como la relación de los kilómetros de vías peatonales o vehiculares que hacen parte del municipio con servicio de alumbrado público a la relación de los kilómetros totales de vías peatonales o vehiculares del municipio o distrito que se acogen a la definición del Decreto 943 o la norma que lo modifique o sustituya.
 - ii. La relación entre el número de parques o espacios diferentes a las vías con servicio de alumbrado público y el número total de parques o espacios diferentes a las vías en el municipio o distrito.
 - iii. La relación del número de bienes públicos con servicio de alumbrado público al número total de bienes públicos acorde con la definición establecida en el Decreto 943 o la norma que lo modifique o sustituya.

- e) Desempeño del servicio: se debe incluir el desempeño de la calidad del servicio considerando:
- i. Los niveles de disponibilidad del servicio, según la normativa de la CREG vigente. Calculados por la interventoría con la información del seguimiento mensual de la operación. Adicionalmente se incluirán las compensaciones por indisponibilidad.
 - ii. Los niveles de respuesta a las peticiones quejas y reclamos.
 - iii. Percepción de la calidad del servicio de los usuarios.
- f) Determinación de los costos desagregados: presentar para los últimos cinco años los costos desagregados de la prestación del servicio de alumbrado público:
- i. Costo por el suministro de la energía, presentando las tarifas empleadas para el cálculo, el aforo la liquidación y las reducciones por indisponibilidad.
 - ii. Costo por remuneración de la inversión, incluyendo la disminución por compensaciones por mala calidad de la prestación del servicio.
 - iii. 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.
 - iv. Costo de la interventoría
 - v. En caso de realizar la facturación del impuesto de alumbrado público y facturarlo de forma independiente según lo permita la ley.

b. Inventario

- a) El ETR debe contener la presentación del inventario georreferenciado y actualizado con corte a diciembre del año anterior, señalando las características técnicas de cada elemento como es el año de fabricación, el año de instalación, la capacidad, la tecnología, la marca, las intervenciones que se le han realizado, especificando la fecha y la descripción. Adicionalmente debe indicarse la propiedad del activo.
- b) El inventario sólo se debe incluir los activos que son exclusivos para la prestación del servicio de alumbrado público.
- c) Descripción de la infraestructura dedicada a la prestación del servicio de alumbrado público, clasificada según las unidades constructivas establecidas por la CREG:
- Transformadores, señalando tamaño.
 - Longitud de redes de baja tensión.
 - Longitud de redes en media tensión.
 - Luminarias: discriminadas por tecnología (sodio: Na, Fluorescentes, LED, Halogenuros, Mercurio), por capacidad (W).
 - Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público.
- d) Valor del sistema de alumbrado público: El inventario debe incluir el valor de cada activo. Para lo cual cada activo del sistema de alumbrado público deberá asimilarse con las unidades constructivas establecidas por la CREG, o de la autoridad que haya sido delegada por el Ministerio de Minas y Energía.

c. Cálculo de los costos de la prestación del servicio

En este capítulo debe realizarse la descripción del esquema de prestación del servicio, y en caso de que se realice a través de terceros describir los procesos concursales incluyendo los criterios de selección, el número de participantes los valores ofertados, el o los adjudicatarios, incluyendo el proceso de selección del interventor.

- **Cálculo del valor anual de los activos:** Se debe incluir el valor anual de los activos, determinado este, con base en los parámetros establecidos por la CREG, en lo relacionado con la vida útil ponderada, la tasa de descuento WACC, y el valor del activo según se indicó en el numeral anterior. Estos valores deberán ser indexados según los indexadores y/o factores de ajuste establecidos para tal por la CREG.
- **Comparación de los costos con los costos de referencia de la CREG:** Se realizará la comparación de los costos realmente incurridos y empleados en el cálculo del impuesto al alumbrado público con el costo determinado con base en los costos de referencia de la CREG.
- **Cálculo del impuesto:** Se incluirá la presentación del cálculo del impuesto aplicado, los montos facturados y el recaudo.

d. Definición de las expansiones del servicio

El ETR debe incluir la identificación de las expansiones, modernizaciones y reposiciones que deben realizarse a los activos del sistema de alumbrado público. Las expansiones deben ser presentadas como un plan, denominado el Plan de Expansión del municipio o distrito, el cual deberá estar armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos.

Los lineamientos que se deben cumplir son:

- a) Presentar los criterios de expansión considerados en particular las metas de cobertura en cada una de sus componentes, las cuales pueden estar motivadas para:
 - Brindar seguridad a transeúntes, conductores y las propiedades.
 - Incentivar las actividades al aire libre en un entorno socialmente positivo.
 - Crear una imagen distintiva de la ciudad durante la noche.
 - Permitir que tanto los turistas como los ciudadanos aprecien la autoexpresión de la ciudad.
 - Revelar el patrimonio histórico y arquitectónico de forma selectiva y discriminatoria.
 - Confortar la imagen de la ciudad contemporánea.
 - Expresar la vida cultural de la ciudad.
 - Ayudar a crear una economía nocturna exitosa.
 - Crear un ambiente nocturno atractivo.
 - Brindar seguridad y orientación en áreas residenciales.
 - Dar satisfacción y orgullo al ciudadano de su propio barrio.
 - Alentar a los propietarios de negocios a mejorar sus fachadas.

- b) Presentar la evaluación técnica de los proyectos incluidos en el Plan de expansión, la cual debe sujetarse a los criterios técnicos establecidos en la reglamentación técnica, en particular en el RETILAP.
- c) Presentar la evaluación económica correspondiente la cual debe incluir detalladamente:
- Los costos de inversión, los costos de administración operación y mantenimiento, los costos de suministro de energía, los costos de activos que no habían cumplido su vida útil y que deban ser reemplazados, cualquier otro costo que deba ser incluido porque representa un incremento en el impuesto del alumbrado público o un incremento en la prestación del servicio.
 - Los beneficios detallados, reducción de consumo de energía, mejoras en eficiencia energética, los beneficios por el incremento de la cobertura, las mejoras en la calidad de la prestación del servicio.
 - La proyección de los costos desagregados de la prestación del servicio.
 - La estimación del impuesto del alumbrado público y su variación.
 - El cronograma de ejecución de los proyectos incluidos en el plan, reposiciones, modernizaciones.
 - Las fuentes de financiación de los proyectos.
 - La descripción de los mecanismos de ejecución de los proyectos bien sea que se ejecuten en forma directa o a través del prestador.

e. Ejecución del Plan

- a) La ejecución del Plan debe considerar cada una de las etapas, esto es diseño acorde con las normas técnicas, en particular el RETILAP, suministro, montaje, pruebas, entrega al operador.
- b) Se debe contar con el seguimiento por parte de la interventoría a la ejecución, a los costos, al cumplimiento de los equipos y materiales empleados para garantizar el alcance de los objetivos del Plan, al cumplimiento de las normas y en particular verificar el desempeño según las eficiencias y los estándares lumínicos requeridos.

2. UCAP

La Unidad Constructiva de Alumbrado Público – UCAP se define como una unidad característica de un Sistema de Alumbrado Público – SALP, que está conformada por un conjunto de elementos vinculados para lograr una función específica en el sistema.

Entre los componentes más usuales, empleados en un SALP, se tienen los siguientes:

Tabla 6. Grupos típicos de componentes de un Sistema de Alumbrado Público.

Grupo	Tipos
Luminarias	Montaje horizontal Ornamental Montaje en suspensión Montaje sobre muro Para fuente de luz de alta intensidad (HID) Para fuente de luz LED
Fotocontrol	Convencional (encendido / apagado) Con funciones complementarias (telegestión)

Bombilla	Alta intensidad de descarga (HID) LED
Módulos LED	Según disposición de fabricante
Conjunto eléctrico para HID	Convencional Electrónico
Conjunto eléctrico para LED	Electrónico
Brazo o soporte para luminaria	Para poste de concreto Para sobreponer a muro Para poste metálico
Acometida de la luminaria	Cable multiconductor de 2 hilos Cable multiconductor de 3 hilos
Conectores para red aérea de baja tensión	Autoperforante con chaqueta aislada
Empalmes para red subterránea de baja tensión	De resina epóxica
Barrajes premoldeados	Según capacidad de corriente y número de salidas
Conducto para afloramiento	Tubo galvanizado
Postes	Concreto Aluminio Acero galvanizado Fibra de vidrio Otros materiales
Banco de ductos	Tubo PVC con accesorios (uniones, terminales)
Cajas de inspección	Según normas constructivas que apliquen
Transformadores	Monofásicos / Trifásicos Inmerso en aceite / Seco Tipo pedestal / Tipo poste / Tipo semisumergible
Sistema de medición de energía	Monofásico / Bifásico / Trifásico Según esquema medición del Operador de Red y/o Comercializador de Energía
Red eléctrica exclusiva para alumbrado público	Aérea / Subterránea En material y calibre según diseño y normas constructivas que apliquen

Fuente: Autoría propia

Estos componentes se pueden agrupar conforme a sus funcionalidades, de tal forma, que se tengan las bases para conformar las UCAP.

2.1 Definición de las UCAP

La definición de las UCAP se basa en la selección de materiales y equipos que cumplan con los requisitos de producto indicados en los Reglamentos y Normas Técnicas aplicables, de tal forma, que se garanticen las condiciones de seguridad, confiabilidad y calidad en las instalaciones del SALP.

Metodológicamente, las UCAP son el resultado de la definición previa de los materiales y equipos que se requieren en un SALP, el cual se obtiene por la aplicación de la evaluación técnica y económica de proyectos de Alumbrado Público que se indica en el RETILAP.

En el desarrollo de un proyecto de Alumbrado Público, la evaluación de las alternativas propuestas y la definición de la más favorable, conlleva a definir los componentes para dicho proyecto, como son:

- Fuentes de luz y sus correspondientes luminarias.
- Postes, en sus materiales, tipos y disposiciones.

- Transformadores, en sus tipos y disposiciones de instalación.
- Red eléctrica, en su disposición constructiva ya sea aérea o subterránea, y en su tipología de red.
- Bancos de ductos o canalizaciones, con sus respectivas cajas de inspección o de paso.
- Sistema de medición, disposición de instalación y características técnicas.

La definición de las UCAP permite conformar el inventario del SALP y su correspondiente valoración económica. Las UCAP surgen previamente a su incorporación al inventario como nuevas y estarán presentes en el SALP hasta el momento en que se den de baja y se excluyan del mismo.

Teniendo en cuenta que las UCAP son el resultado de la definición de los elementos de un proyecto de Alumbrado Público, las mismas obedecen a diversos criterios como pueden ser:

- **Diseños particulares:** derivados de definiciones urbanísticas y que particularizan, con el fin de destacar, un proyecto determinado.
- **Requerimientos particulares de otras entidades:** obedecen a requerimientos de entidades o proyectos próximos al proyecto de Alumbrado Público que pueden generar condicionamientos técnicos sobre este, como es el caso de cercanía a aeropuertos, reservas ambientales, entre otros, que pueden requerir una infraestructura que garantice mínima proyección de flujo luminoso por encima de la horizontal.
- **Criterios urbanísticos, arquitectónicos y/o paisajísticos:** siendo el alumbrado público una infraestructura conexas al desarrollo urbano de los municipios, se establecen lineamientos para armonizar el SALP con el proyecto urbano.

2.2 Valoración de las UCAP

Los responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público deberán definir las UCAP que requieran en su sistema, detallando sus especificaciones técnicas, su aplicación y cualquier otra información que sea relevante para identificar de manera precisa cada UCAP.

La valoración económica de las UCAP se debe realizar con base en precios comerciales, que reflejen la realidad del suministro, instalación y puesta en servicio de las mismas. En estos rubros, costos como el de transporte de los materiales y equipos, servicios de ingeniería y certificación de instalaciones, administración de obra, imprevistos y costos financieros, deben tener especial atención, ya que pueden condicionar la adecuada valoración de las UCAP.

Para la valoración de una UCAP se debe considerar su estructura de costos, como es la siguiente:

Tabla 7. Estructura general de una UCAP para el Sistema de Alumbrado Público.

Costos	Descripción
1. Costos Directos:	Valor asociado directamente a los insumos que conforman la UCAP y a las actividades requeridas para la instalación de los mismos.
1.1 Materiales:	Valor de suministro de los componentes que conforman la UCAP.
1.2 Obras civiles:	Valor de las obras civiles que requeridas para conforman la UCAP.
1.3 Herramientas y equipos:	Valor por el uso de las herramientas y equipos utilizadas para la instalación de los componentes de la UCAP en el SALP, incluye los costos de vehículos requeridos para la instalación.
1.4 Mano de obra:	Valor del personal requerido para la instalación de los componentes de la UCAP en el SALP.
2. Costos Indirectos:	Valor de los costos de actividades adicionales requeridas para la ejecución de la UCAP que no se aplican de forma directa a los componentes de la misma.

2.1 Ingeniería:	Valor de los servicios de ingeniería que se requieran para definir la aplicación técnica de la UCAP.
2.2 Inspectoría y certificación:	Valor de las certificaciones RETIE y/o RETILAP que avalan la instalación de la UCAP, como requisito para su puesta en servicio.
2.3 Administración de obra:	Valor de los costos por administración y logística requeridos para la implementación de la UCAP, incluye costos de personal administrativo, costos de transporte y seguros.
2.4 Imprevistos:	Valor estimado de actividades que surjan de forma imprevista en el desarrollo de la instalación y puesta en servicio de la UCAP.
3. Otros Costos:	Valor de otros costos asociados a la inversión requerida para la implementación de la UCAP.
3.1 Financieros:	Valor del costo financiero de los recursos económicos dispuestos para ejecutar la UCAP.
3.2 Otros costos:	Otros rubros que se requieran como pueden ser repuestos, costos ambientales, entre otros.

Fuente: Autoría propia

Recepción producto

Los materiales y equipos para implementar en un Sistema de Alumbrado Público – SALP deben cumplir con unas condiciones técnicas mínimas que garanticen su adecuado funcionamiento y la seguridad en su instalación y operación, tanto para las personas, como para las instalaciones mismas.

Los productos que se implementan en un SALP deben contar con Certificación de Producto, tanto bajo el RETIE⁴, como bajo el RETILAP⁵, siendo básicamente los siguientes:

Tabla 8. Estructura general de una UCAP para el Sistema de Alumbrado Público.

Certificación RETIE ⁶	Certificación RETILAP ⁷
Aisladores eléctricos	Bombillas de descarga
Alambres de aluminio o cobre	Luminarias y proyectores
Cables de aluminio o cobre	Balastos
Cables de acero galvanizado	Arrancadores
Canalizaciones	Condensadores
Contactores eléctricos	Portabombillas
Conectores, terminales y empalmes	Fotocontroles
Dispositivos de protección contra sobretensiones	Contactores
Electrodos de puesta a tierra	Postes para alumbrado público
Herrajes para redes de distribución	LED
Paneles solares fotovoltaicos	Bombillas de inducción
Postes de concreto, metálicos, otros materiales	
Transformadores	
Tubos Conduit metálicos	
Tubos Conduit no metálicos	

Fuente: Autoría propia

⁴ RETIE, Resolución MinMinas 90708 de 2013, Título 3, Requisitos de productos.

⁵ RETILAP, Resolución MinMinas 180540 de 2019, Capítulo 3, Requisitos de productos para iluminación y alumbrado público.

⁶ RETIE, Resolución MinMinas 90708 de 2013, Tabla 2.1

⁷ RETILAP, Resolución MinMinas 180540 de 2019, Tabla 110.2.a

2.3 Lineamientos generales para la incorporación de materiales y equipos a un SALP

Con el fin de garantizar que los productos que se vayan a implementar en un SALP, cumplan al momento de su suministro, con los requisitos establecidos en los Reglamentos y/o Normas aplicables, soportados con un Certificado de Producto vigente, así como con los requisitos técnicos definidos para ajustar el producto a las condiciones del SALP en el que se va a implementar, se considera que se deben tener en cuenta y aplicar los siguientes criterios básicos:

- El Certificado de Producto debe corresponder a un Esquema 5 de Certificación.
- Verificar que el Certificado de Producto se encuentre vigente, identificando si a la fecha de presentación incluye las fechas de las visitas de seguimiento.
- Verificar que el Certificado corresponda con el producto que se recibe.
- Verificar que el producto esté plenamente identificado en su empaque, en su placa de características, de tal forma, que se puedan verificar sus características técnicas.
- En el caso de transformadores, el equipo debe venir acompañado con su protocolo de pruebas y carta de garantía, en originales y vigentes al momento de su recepción.

Los actores involucrados en la prestación del Servicio de Alumbrado Público tienen unas responsabilidades asociadas con la incorporación de los Activos al SALP, como son:

Tabla 9. Estructura general de una UCAP para el Sistema de Alumbrado Público.

Responsable	Actividades
Municipio	• Establecer los criterios que garanticen el cumplimiento de las certificaciones de conformidad del producto en atención a lo definido en la normatividad y reglamentos técnicos. • En los casos en los que el Municipio sea el comprador de los productos que hacen parte del Sistema de Alumbrado público deberá incluir en los términos de referencia el cumplimiento de la entrega de los certificados de conformidad, fichas técnicas y documentos que soportan la identificación y trazabilidad del producto. • Disponer y/o garantizar que el almacenamiento de los productos que integran el Sistema de Alumbrado Público cumpla con los criterios de ambiente, humedad relativa, temperaturas y tipo de instalación. • Definir los criterios que garanticen el inventario de la infraestructura del sistema de alumbrado público con el fin de mantener la trazabilidad y seguimiento en términos de calidad de los productos.
Operador del Servicio	• Cumplir con los criterios y directrices definidas por el contratante de la prestación del servicio de alumbrado público. • Realizar el inventario de la infraestructura del servicio de alumbrado público, con el fin de identificar los productos que lo integran. • Cumplir con las normas y reglamentos técnicos aplicables a los productos que integran el sistema de alumbrado público. • Garantizar la entrega de los certificados de conformidad de los productos a instalar para la garantía de la prestación del servicio. • Definir procedimientos que garanticen la inspección, manejo y almacenamiento de los productos que hacen parte del Sistema de Alumbrado Público. • Consolidar las fichas técnicas y documentos de calidad que soportan los productos que hacen parte del Sistema de Alumbrado Público y definir los criterios de conservación documental en medio físico y/o electrónico. • Mantener los documentos de las empresas habilitadas y que realizaron la certificación de conformidad del producto.

	• Realizar la señalización y rotulación de todos los productos y elementos que integran el sistema de alumbrado público.
Interventor del Servicio	• Verificar los certificados de conformidad de los productos conforme a los elementos a instalar para garantizar la prestación del servicio. • Realizar auditoría que garantice las condiciones desde la recepción, almacenamiento y custodia de los productos que integran el sistema de alumbrado público. • Inspeccionar las condiciones de recepción, transporte, instalación y almacenamiento temporal de residuos de los productos que integra el sistema de alumbrado público. • Revisar el registro de las fichas técnica y documentos de calidad conforme a las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables a cada producto que integra el sistema de alumbrado público.
Proveedor	• Entregar con los productos adquiridos los certificados de conformidad del producto, fichas técnicas y documentos de identificación y trazabilidad de estos. • Disponer de un manual, procedimiento, guía, instructivo o documento que contemple las condiciones de transporte para la entrega de los productos que integran el sistema de alumbrado público hasta la recepción por parte del comprador. • Entregar el programa posconsumo con el fin de garantizar la devolución de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos conforme a los requisitos legales aplicables en materia ambiental.

Fuente: Autoría propia

3. Guía técnica de conformidad de producto para su incorporación a un SALP

Se propone una Guía Técnica para la recepción y registro de un producto que se va a incorporar al SALP con el fin de verificar sus requisitos técnicos, mediante una inspección y revisión del producto, obteniendo un registro que asegure su trazabilidad, antes, durante y después de prestar el servicio, así como asegurar la disposición final una vez dado de baja del sistema.

La Guía parte del principio de cumplir con los requisitos legales aplicables a los productos que integran el sistema y que están reglamentados, en este sentido se presentan en el siguiente esquema los criterios conforme a lo definido y aplicable a la conformidad del producto.

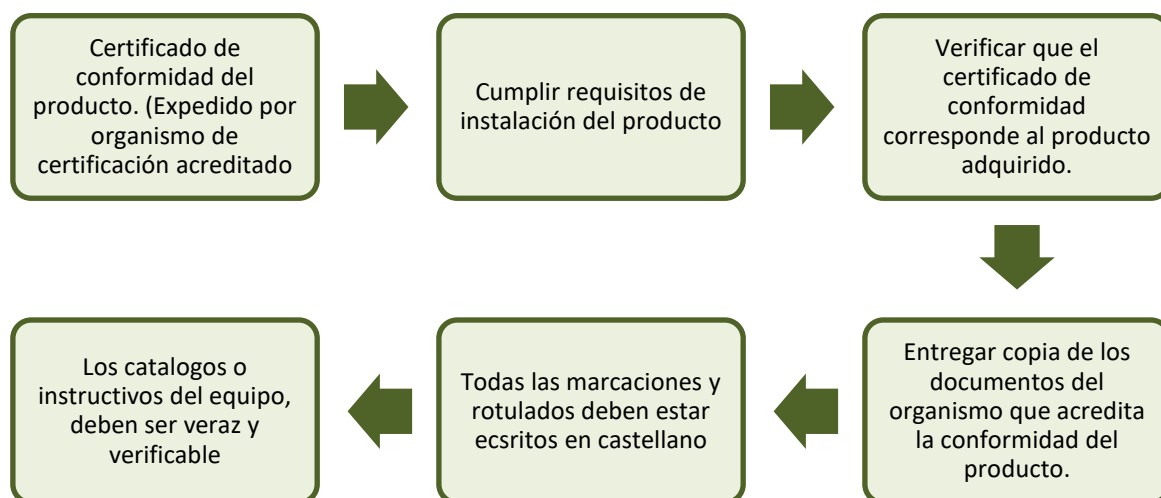


Ilustración 21. Esquema de recepción de productos para incorporación al SALP.
Fuente: Autoría propia

Frente a los criterios de los rótulos, se debe garantizar los siguientes elementos:

- Marca comercial.
- Nombre o logotipo del productor conforme a la ley 1480 de 2011.

Cada producto cumplirá con las normas técnicas aplicables las cuales los certificados de conformidad darán cuenta del cumplimiento de cada producto que hace parte del sistema, en este sentido se deberá verificar que:

- Las certificaciones de conformidad corresponden a los productos entregados por el proveedor.
- Las fechas de los certificados de conformidad deben permitir la trazabilidad de los productos instalados y que hacen parte del sistema de alumbrado público.
- El ente certificador es el que garantiza la conformidad del producto y el cumplimiento de los criterios técnicos a partir de sus visitas y evaluación de la conformidad.
- En los casos en que apliquen las equivalencias u homologación de certificaciones de conformidad del producto con certificados emitidos en el exterior serán únicamente expedidos por el Ministerio de Minas y Energía o por quien esta delegue.

Se establecen las condiciones generales para garantizar la recepción de los productos los cuales en todos los casos se deberá cumplir con lo definido en las normas y reglamentos técnicos, hojas de vida del productos y requerimientos adicionales que garanticen y estén directamente relacionados con la calidad de los productos

- Se debe contar con la certificación de conformidad del producto.
- Cada producto deberá ser entregado con la ficha técnica y hoja de vida del producto donde se definen los criterios y directrices de cumplimiento para su transporte, almacenamiento temporal, instrucciones de instalación.
- Se deberá garantizar las condiciones ambientales del lugar donde se instalará el producto dentro de las cuales se resaltan:

- Ambiente: Tropical, salino, corrosivo u otros.
- Humedad relativa: mayor del %
- Temperaturas: máxima, promedio, mínima
- Tipo de instalación: a la intemperie, aérea, ambiente peligroso, otro.

En todos los casos esto se verificará por parte del prestador del servicio y será evaluado por la interventoría que garantiza la prestación del servicio que comprende las diferentes etapas que hacen parte para garantizar la prestación del servicio.

- Los productos que requieran ensayos de laboratorio deberán cumplir con los criterios de acreditación conforme a las normas vigentes.
- Todos los productos deberán mantener la marcación tanto en el producto como en el empaque, donde en todos los casos los productores deberán disponer de un catálogo impreso en medio magnético, páginas web u otros medios de disponibilidad de la información para consulta de los compradores y diseñadores.
- Se llevará un registro y control de los productos que hacen parte del sistema de alumbrado público que garantice la trazabilidad del elemento a partir de la siguiente información mínima de seguimiento:
 - a) Nombre del producto.
 - b) N° Certificado de conformidad: Fecha de vigencia
 - c) Ente certificador: datos del ente que certifica la conformidad del producto y fecha de vigencia de su acreditación.
 - d) Nombre del distribuidor y/o comercializador del producto
 - e) Ruta de viaje: Sitio de entrega, medio de transporte, sitio de entrega final.
 - f) Registro de inspección del producto: Verificación de ficha técnica, hoja de vida del producto, documentos obligatorios cuando sean requeridos por norma.
 - g) Identificación de las condiciones de almacenamiento de los productos que no afecten la calidad de los miembros previo a su instalación y montaje.