



Interventoría Alumbrado Público Municipio de Medellín

Emanuel Franco Muñoz

Trabajo de grado presentado para optar al título Ingeniero Electricista

Asesores

Jesús María López Lezama, Docente universitario
Juan David Saldarriaga Loaiza, Ingeniero electricista

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Eléctrica
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	Franco Muñoz [1]
Referencia	[1] E. Franco Muñoz, “Interventoría de Alumbrado Público de Medellín 2021”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2021.

Estilo IEEE (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS.....	9
III. MARCO TEÓRICO	10
Clases de iluminación.....	11
Requisitos fotométricos.....	12
Clasificación de proyectos.....	13
IV. METODOLOGÍA.....	16
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	17
Revisión de SMAP	17
Revisión de SAC	20
Visitas a obra	24
Revisión de diseños en campo.....	26
Revisión de diseños en escritorio	30
Revisión del cálculo del Índice de Disponibilidad	32
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
VIII. ANEXOS.....	38

LISTA DE TABLAS

TABLA I. CLASES DE ILUMINACIÓN PARA VÍAS VEHICULARES.	11
TABLA II. CLASES DE ILUMINACIÓN PARA DIFERENTES TIPOS DE VÍAS EN ÁREAS PEATONALES Y DE CICLISTAS.	11
TABLA III. CLASES DE ILUMINACIÓN EN ÁREAS CRÍTICAS DE VÍAS VEHICULARES.	12
TABLA IV. REQUISITOS FOTOMÉTRICOS MANTENIDOS POR CLASE DE ILUMINACIÓN PARA TRÁFICO MOTORIZADO CON BASE EN LA LUMINANCIA DE LA CALZADA.	12
TABLA V. REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN PARA TRÁFICO PEATONAL.	12
TABLA VI. REQUISITOS FOTOMÉTRICOS PARA ÁREAS CRÍTICAS.	13
TABLA VII. CATEGORIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO.	13

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AOM	Administración, Operación y Mantenimiento
CIE	Commission internationale de l'éclairage
Cra	Carrera
CREG	Comisión de regulación de Energía y Gas
EPM	Empresas Públicas de Medellín
HID	High Intensity Discharge
ID	Índice de Disponibilidad
IRC	Índice de Reproducción de Color
LED	Light-Emitting Diode o Diodo Emisor de Luz
NTC	Norma Técnica Colombiana
Na	Sodio
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
SAC	Solicitud de Acción Correctiva
SMAP	Solicitud de Mejoramiento del Alumbrado Público
SSPP	Subsecretaría de Servicios Públicos
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PQRS	Peticiones, Quejas, Reclamos y Solicitudes
UCAP	Unidad Constructiva del Alumbrado Público
UdeA	Universidad de Antioquia
W	Vatios

RESUMEN

En este informe se presentan varias de las actividades que realiza la interventoría del alumbrado público para el municipio de Medellín incluyendo sus cinco corregimientos, con un enfoque al apoyo técnico en áreas específicas dentro de la interventoría como la expansión y verificación.

Dentro del área de expansión se realizaron visitas para comprobar la ejecución de las Solicitudes de Mejoramiento al Alumbrado Público (SMAP) y Solicitudes de Acción Correctiva (SAC), las cuales son generadas por la interventoría o por parte de la ciudadanía; también se realizaron visitas a obras en ejecución para garantizar el cumplimiento de la normatividad exigida para un proyecto, según sea su categoría tanto para el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) como para el municipio dentro de su sistema de información. En cada una de las actividades anteriores se tomaron evidencias para después redactar un informe con la aceptación o rechazo de la actividad evaluada. Además, se revisaron los parámetros fotométricos y eléctricos de los diseños presentados por EPM para la modernización de alumbrado público.

Con respecto al área de verificación se realizó la revisión mensual del cálculo del ID (Índice de Disponibilidad), cuya información relevante es la energía indisponible que se generó en el mes, que a su vez se transforma en un descuento a la factura de AOM, realizando un análisis comparativo de energía indisponible por mes y aumento de parque luminoso indisponible. Tenido este valor de indisponibilidad se procedía a conciliar con EPM la factura de AOM.

Palabras clave — **Interventoría, alumbrado público, solicitud, normatividad.**

I. INTRODUCCIÓN

Mediante asignación pública fue adjudicado al Centro de Extensión académico de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia (CESET) el contrato interadministrativo N° 4600090120 de 2021, celebrado entre el Municipio de Medellín (Secretaría de Gestión y Control Territorial) y la Universidad de Antioquia. Este contrato tiene como objeto la interventoría para la prestación de actividades relacionadas con el alumbrado público y la iluminación ornamental del municipio de Medellín, donde el prestador del servicio es Empresas Públicas de Medellín (EPM).

El municipio de Medellín se encuentra actualmente en una transformación tecnológica en el alumbrado público de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y en consecuencia con el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía 2017-2022 (PROURE). El objetivo de esta transformación es cambiar el parque luminoso que convencionalmente es de sodio a alta presión y halogenuros metálicos por luminarias LED, cuyas características fotométricas y económicas son mejores comparadas con la tecnología convencional [1]. Esta transformación se realizó con el empeño de mejorar la calidad y cantidad de luminarias de las vías públicas, espacios deportivos, ciclorrutas y otros espacios para que los ciudadanos puedan circular apropiadamente, proporcionando una iluminación adecuada, dando así una percepción de seguridad y comodidad.

El alcance de este proyecto se basa en la interventoría técnica, ambiental, financiera, contable, jurídica y administrativa a la prestación del servicio de alumbrado público e iluminación ornamental en el municipio de Medellín. Donde se debe velar por la ejecución eficiente de los recursos y de conformidad con el Manual de supervisión e interventoría del Municipio de Medellín, especificado en [2] y demás normatividad vigente.

Dentro de las asignaciones en la interventoría al alumbrado público del Municipio de Medellín se encuentran cuatro ejes fundamentales, de los cuales se desprenden las actividades y productos principales de la interventoría en mención. Estos ejes corresponden a los siguientes:

- Informe de supervisión a la modernización del sistema de alumbrado público.
- Informe de supervisión al monitoreo del sistema de alumbrado público.
- Informe de supervisión a la facturación del sistema de alumbrado público.

- Informe de supervisión a las comunicaciones del sistema de alumbrado público.

Con base a la atención de cada una de las actividades asignadas a los ejes principales, anteriormente mencionados, se derivan 4 áreas internas dentro de la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín: expansión, verificación, mantenimiento y georreferenciación. Cada una de ellas atiende de manera oportuna y efectiva las actividades contenidas en los aforos propuestos en el contrato. El desarrollo de la práctica profesional para la presente propuesta se basa en el apoyo profesional correspondiente a las áreas de verificación y expansión de la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín, con la posibilidad de apoyar otras áreas.

Dentro de este documento se plantean los objetivos, marco teórico y actividades para el desarrollo efectivo de la práctica profesional, dando un avistamiento a las metodologías y procedimientos necesarios que garanticen el alcance de los resultados esperados dentro del cronograma planteado.

II. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Ejecutar la interventoría del alumbrado público al municipio de Medellín mediante el apoyo profesional a las áreas de verificación y expansión, presentando mensualmente informes y productos asociados a los entregables exigidos por la alcaldía de Medellín.

B. *Objetivos específicos*

- Realizar visitas a campo para verificar que los diseños concuerden con lo existente en terreno y cumplan con la normativa.
- Realizar visitas a campo para verificar el cumplimiento de algunas solicitudes internas (interventoría) o de la comunidad del municipio de Medellín (PQRS).
- Revisar diseños planteados por EPM y verificar el cumplimiento de las exigencias fotométricas planteadas por el RETILAP y el Manual de Procedimientos.
- Examinar mensualmente el cálculo del ID (Índice de Disponibilidad) para conciliar la factura con EPM.
- Identificar las actividades pendientes mediante la revisión del plan de entregables y productos establecidos para la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín.

III. MARCO TEÓRICO

La práctica profesional en desarrollo se sustenta de acuerdo al Decreto 2424 de 2006 [3], donde se establecen los requisitos que debe de cumplir la interventoría de los contratos de alumbrado público.

Consecuentemente la interventoría del servicio de alumbrado público del municipio de Medellín, se fundamenta en los Capítulos 5 y 7 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP [4]. De aquí se busca dar cumplimiento a los lineamientos establecidos por la normatividad vigente y paralelamente al desarrollo de las actividades obligatorias asignadas.

Dentro del área de verificación se cuenta como soporte normativo la Resolución CREG 123 del 2011 [5], que en estos momentos está en proceso de derogación por la Resolución CREG 037 de 2021 [6], por las cuales se establece la metodología para la determinación de los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público. Verificación es el área encargada de todo lo que se refiere a la monetización del servicio y control de las Unidades Constructivas que están dentro del aforo.

Como soporte al desarrollo de las actividades del área de expansión para la interventoría, se tiene el Manual de Procedimientos de Alumbrado Público del Municipio de Medellín [7], donde se establecen los lineamientos, conceptos y procesos que intervienen dentro de la prestación del servicio de alumbrado público.

Desde el área de expansión se tiene en cuenta la NTC -ISO 2859-1 de 2012 [8] para el desarrollo adecuado de algunas actividades de la interventoría, como herramienta en los planes de muestreo para determinar la aprobación, tanto de diseños como de proyectos ejecutados, con el nivel aceptable de calidad estipulado por el contrato entre el municipio de Medellín y EPM en armonía con lo que formula el RETILAP.

Por parte de esta área, existen procesos en los cuales se incluyen recorridos y/o visitas que se realizan en diferentes puntos de la ciudad, por lo que el personal encargado de dichas actividades debe de contar con todas las herramientas, equipos y elementos que garanticen su seguridad y salud en el trabajo, dando cumplimiento a la Resolución 0312 de 2021 [9], donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud visionadas en el buen desarrollo de las actividades laborales dispuestas para el trabajador.

Clases de iluminación

Para cuantificar los parámetros fotométricos de diferentes espacios, pues es coherente que no todos los espacios deben estar igualmente iluminados, la sección 510 del RETILAP [4] contiene una forma de clasificar las vías, pasos peatonales y demás espacios públicos con criterios técnicos de luminancia, iluminancia, uniformidad y deslumbramiento, cuyos parámetros son indispensables para una realización eficiente de cada tarea o actividad que se desempeñe dentro del espacio determinado.

La iluminación según el tipo de vía se clasifica según [4] de la siguiente manera:

Tabla I. Clases de iluminación para vías vehiculares.

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

Tabla II. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.

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

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

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

Requisitos fotométricos.

Teniendo en cuenta los espacios anteriormente mencionados, el RETILAP [4] exigen unos requisitos de iluminación mantenidos, mostrados en las siguientes figuras.

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

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

Tabla V. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.

Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)	
	Valor promedio	Valor mínimo
P1	20,0	7,5
P2	10,0	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2
P7	No aplica	No aplica

Tabla VI. Requisitos fotométricos para áreas críticas.

Clase de iluminación	Iluminancia Mínima Mantenido (luxes) (Sobre toda la superficie)	Uniformidad general $U_o \geq$ (%)
C0	50	40
C1	30	40
C2	20	40
C3	15	40
C4	10	40
C5	7.5	40

Clasificación de proyectos.

Según el RETILAP [4] los proyectos se pueden clasificar según su impacto de acuerdo con la Tabla 610.2 del mismo, así:

Tabla VII. Categorización de los proyectos de Alumbrado Público.

PROYECTOS NUEVOS O REMODELACIÓN		Nivel A	Nivel B	Nivel C
		Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impactos
SISTEMA VIAL	Clase de iluminación de la vía o Tipo de área M1 – M2	$P \leq 25$ ó $L = 0$	$25 < P \leq 75$ ó $L \leq 1.000$	$P > 75$ ó $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ ó $L \leq .1000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
	M5	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
OTRAS ÁREAS	Alamedas, ciclo rutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes y túneles peatonales.	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 50$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 50$ ó $L > 2.000$
ESPECIALES [2*]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

Donde:

P: Cantidad de luminarias [u].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público [m].

A demás de esta categorización el municipio de Medellín tiene caracterizados los proyectos de la siguiente manera:

Obligaciones urbanísticas: Son aquellos proyectos que se ejecutan por terceros dentro del municipio, es decir, son proyectos privados pero que tienen espacios públicos, un ejemplo de ellos son las urbanizaciones abiertas.

Proyectos estratégicos: Son aquellos proyectos que provienen de la planeación civil del municipio, que tienen como principio mejorar la calidad de vida de los habitantes, un ejemplo de ellos son los puentes Madre Laura, cruce vial de la cra 80 con San Juan o simplemente parques públicos para el goce y disfrute de los ciudadanos,

Modernización: Son aquellos proyectos que requieren un reemplazo de tecnología HID (High Intensity Discharge) a LED, es decir, estos proyectos incluyen todas las luminarias ya existentes y que se cambiarán por la nueva tecnología.

Para el desarrollo adecuado de este documento es importante dar claridad sobre algunas definiciones importantes, como:

DPEA: Densidad de Potencia Eléctrica, el cual es la razón entre la carga total conectada para alumbrado y el área total iluminada. Este cálculo es obligatorio para las vías tipo M3, M4 y M5

EER: Energy Efficiency Ratio o razón de eficiencia energética, la cual se calcula como: (Potencia instalada / Luminancia * Área).

EPM: Empresas Públicas de Medellín

Factor de mantenimiento (FM): Factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas. Tiene en cuenta la hermeticidad de la luminaria, la depreciación del flujo luminoso de la bombilla, la clasificación de los niveles de contaminación del sitio y el período de operación (limpieza) de la luminaria.

Factor de uniformidad de iluminancia: Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores:

- a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima.
- b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio

Factor de uniformidad general de la luminancia (U_o): Relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio sobre la superficie de una calzada.

$U_o = L_{min}/L_{pro}$ en [%]. Es una medida del comportamiento visual que no puede ser inferior a 40% para L comprendido entre el rango de 1 cd/m² a 3 cd/m², con el fin de que un objeto sea perceptible el 75% de los casos en un tiempo no mayor a 0,1 s.

Factor de uniformidad longitudinal de luminancia (U_L): La menor medida de la relación L_{min}/L_{max} sobre un eje longitudinal paralelo al eje de la vía que pasa por la posición del observador y situado en el centro de cada uno de los carriles de circulación.

Flujo hemisférico superior (FHS): se define como el flujo luminoso emitido por el equipo de iluminación (luminaria y bombilla) por encima del plano horizontal. Dicho plano corresponde al ángulo $\gamma = 90^\circ$ en el sistema de representación (C, γ). El flujo hemisférico se expresa como un porcentaje del flujo total emitido por la luminaria.

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (Im).

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

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

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

Índice de reproducción cromática (IRC): Las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el “Índice de Reproducción Cromática” (IRC) o CRI (“Color Rendering Index”). Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que presentan iluminados por una “luz de referencia”. Los espectros de las bombillas incandescentes o de la luz del día contienen todas las radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática; se dice que tienen un IRC= 100.

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

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

Proyector: Aparato de iluminación que concentra la luz en un ángulo sólido limitado, con el fin de obtener un valor de intensidad luminosa elevado.

SLEEC: Street Lighting Energy Efficiency Criterion o criterio de eficiencia energética en vías. Parámetro importante para categorizar la eficiencia de un proyecto, el cual debe ser calculado para todas las vías, es decir, tipo M1, M2, M3, M4 y M5.

SSPP: Subsecretaría de Servicios Públicos

IV. METODOLOGÍA

A continuación, se plantean las actividades que se desarrollaron en función del cumplimiento de los objetivos mencionados anteriormente:

Actividad 1: Revisar mensualmente el documento entregado por EPM, donde se encuentran las luminarias prendidas en el día que deberían estar apagadas y luminarias apagadas en la noche que deberían estar prendidas, para hacer un cálculo correcto del Índice de Disponibilidad.

Actividad 2: Realizar un análisis detallado de la cantidad y potencia de las luminarias que están prestando el servicio inadecuadamente, para presentar al municipio esta información y realizar planes que mitiguen esta problemática.

Actividad 3: Realizar visitas a terreno con el fin de verificar el cumplimiento de la normativa vigente para cada proyecto en particular, tomando evidencias de lo encontrado.

Actividad 4: Revisar los diseños planteados por EPM, verificando que la documentación se encuentre en regla, reevaluando las observaciones hechas en campo por parte de la interventoría con sus respectivas evidencias y verificando el cumplimiento de los niveles de iluminancia, uniformidad general, uniformidad longitudinal, deslumbramiento, etc. según lo indiquen las tablas del RETILAP y el Manual de Procedimientos.

Actividad 5: Coordinar con las otras áreas de la interventoría para dar un excelente cumplimiento a los proyectos prioritarios por parte del municipio.

Actividad 6: Brindar apoyo ocasional requerido por el coordinador del proyecto, en actividades o procesos establecidos dentro de la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las actividades realizadas como auxiliar técnico en la Interventoría de Alumbrado Público de Medellín, las cuales tienen un enfoque en la revisión en campo y de escritorio de los diseños de alumbrado público hechos por EPM, revisión de la ejecución de proyectos y verificación del cálculo del ID, se muestran a continuación:

Revisión de SMAP

Esta revisión es efectuada ya que se tiene registro dentro de la interventoría de que existen solicitudes de mejoramiento del alumbrado público, que hasta la fecha no se tiene certeza de la ejecución de las mismas. Cada una contiene su localización georreferenciada para mayor precisión en el momento de verificar; donde en la mayoría de las ocasiones se obtuvo del aplicativo público MapGis5, del cual el municipio de Medellín es propietario.

De estas revisiones se realizaron aproximadamente 37, de las cuales 24 fueron atendidas satisfactoriamente y las otras 13 no fueron atendidas, lo que quiere decir que EPM atendió aproximadamente el 62,16% de las SMAP revisadas, a continuación, se muestran algunas.

SMAP-CI-1785-20 (SMAP-UDEA-0140-21): Luminaria Na de 250 W obsoleta, se solicita realizar la reposición correspondiente y la debida marcación con rótulo visible en el sentido de circulación vehicular.



Figura 1. Evidencia de la SMAP-UDEA-0140-21

En la visita en terreno se observó que esta solicitud fue solucionada de manera satisfactoria, a continuación, se presenta la evidencia de la visita.



Figura 2. Evidencia 1 de la visita a la SMAP-UDEA-0140-21.



Figura 3. Evidencia 2 de la visita a la SMAP-UDEA-0140-21.

SMAP-CI-1819-20 (SMAP-UDEA-0163-21): Luminaria Na de 150W obstruida por individuos arbóreos, se requiere realizar un proyecto de expansión donde se considere evitar la coexistencia con individuos arbóreos garantizando el cumplimiento del RETILAP.



Figura 4. Evidencia de la SMAP-UDEA-0163-21.

En la visita en terreno se observó que esta solicitud no fue solucionada de manera satisfactoria y además se anexó la siguiente observación importante: “En esta zona se presenta un rincón del parque muy oscuro, la comunidad se muestra incómoda por la inseguridad que esto ocasiona.”



Figura 5. Evidencia de la visita a la SMAP-UDEA-0163-21.

SMAP-CI-1839-20 (SMAP-UDEA-0183-21): El puente peatonal que comunica los barrios Playón de los comuneros y Toscana no cuenta con infraestructura de alumbrado público, por lo que se requiere una expansión del servicio que incluya los accesos a éste y donde se garanticen los niveles de iluminancia y uniformidad general exigidos por el RETILAP.



Figura 6. Evidencia de la SMAP-UDEA-0183-21.

En la visita en terreno se observó que esta solicitud no fue solucionada de manera satisfactoria, a continuación, se presenta la evidencia de la visita.



Figura 7 Evidencia de la visita a la SMAP-UDEA-0183-21.

Revisión de SAC

Esta revisión es efectuada ya que se tiene registro dentro de la interventoría de que existen solicitudes de acción correctiva del alumbrado público, que hasta la fecha no se tiene certeza de la ejecución de las mismas. Cada una contiene su localización georreferenciada para mayor precisión en el momento de verificar; donde también se obtuvo del aplicativo público MapGis5.

Estas revisiones se realizaron en su mayor parte en la comuna 9 y la 14, en su totalidad fueron 33, de las cuales 22 fueron atendidas y las otras 11 no fueron atendidas, lo que quiere decir que EPM atendió aproximadamente el 66,67% de las SAC revisadas, a continuación, se muestran algunas.

SAC-UDEA-0013-21:

Tipo de falla: Mantenimiento o sustitución de difusor



Figura 8. Evidencia de la SAC-UDEA-0013-21.

Se encontró en la revisión en terreno que esta luminaria fue sustituida por una luminaria de sodio con potencia de 250W y rótulo 256379, como se muestra en la evidencia de la visita.



Figura 9. Evidencia 1 de la visita a la SAC-UDEA-0013-21.



Figura 10. Evidencia 2 de la visita a la SAC-UDEA-0013-21.

SAC-UDEA-0084-21:

Tipo de falla: Poste inclinado.



Figura 11. Evidencia de la SAC-UDEA-0084-21.

En la visita en terreno se encontró que esta SAC no se había atendido, como se muestra en la evidencia de la visita.



Figura 12. Evidencia de la visita a la SAC-UDEA-0084-21.

SAC-UDEA-0347-21:

Tipo de falla: Poda.



Figura 13. Evidencia de la SAC-UDEA-0347-21.

En la visita a esta SAC se evidenció que la poda se realizó satisfactoriamente, como se muestra en la evidencia de la visita.

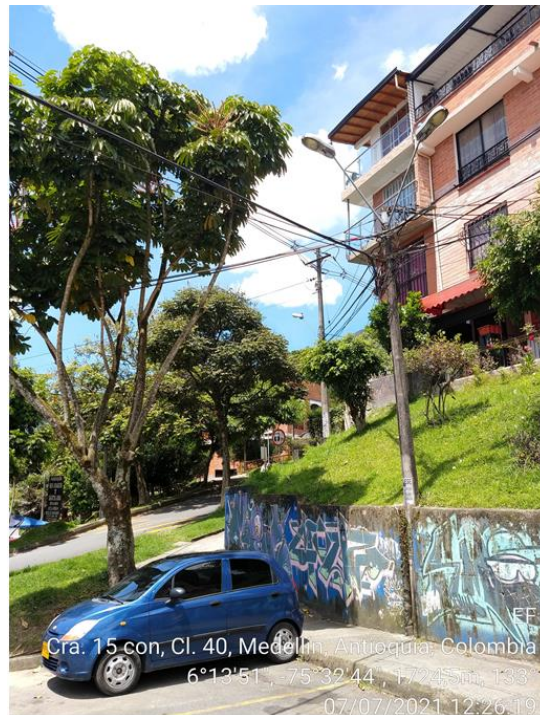


Figura 14. Evidencia de la visita a la SAC-UDEA-0347-21.

Después de haber tomado todas las evidencias, se dispuso a redactar un informe con los hallazgos para exponerlos en el comité con EPM.

Visitas a obra

Dentro de la interventoría se deben visitar diferentes obras que estén en etapa ejecución, para verificar que el proyecto se ejecute según el diseño aprobado y que cumpla con las normas que aplique; si se presenta algún cambio debe ser aprobado por la misma interventoría y en caso de que se haya ejecutado sin esta aprobación, será incumbencia de la SSPP aprobar tal proyecto. Los proyectos que se visitaron fueron los siguientes:

- SS 21291274 Parque La Mansión, ubicado en la calle 65 con carrera 46.
- SS 21359294 Intercambio vial la 80 con Colombia, ubicado en la avenida 80 con calle 50
- SS 103730 Intercambio vial San Juan con la 80, ubicado en la avenida 80 con calle 44.

Para no saturar demasiado el presente documento se muestra una parte del proceso que se tuvo con el proyecto Parque La Mansión.

Parque La Mansión:

Anteriormente el proyecto ya había sido visitado por uno de los ingenieros de expansión, en donde se hicieron varias observaciones entre las cuales se encuentran el incumplimiento de la norma RS3-001, ya que la caja no cumplía con la profundidad requerida.

Posteriormente se realizó otra visita y sin embargo se volvieron a encontrar las siguientes observaciones:

1. Se observa que el material granular filtrante se encuentra en mal estado, se requiere que las cajas contengan este material y que cumpla a cabalidad su función.
2. - Se observa que la distancia desde la parte superior del suelo hasta la parte superior del ducto es menor a 50 cm, lo que incumple con la norma RS3-001. Se requiere tal cumplimiento o justificación del incumplimiento.
3. - Se observa que la distancia de entre pernos de los pedestales donde se pondrá el poste de la luminaria no cumple con las distancias según la plantilla de EPM. Se solicita realizar pedestales de forma que garantice las distancias de los pernos
4. - Se solicita actualización de planos, pues hay cambios en la cantidad de cajas y su ubicación
5. - Se requiere que las tapas cumplan con la norma RS4-001, pues no cuentan con los orificios de pulgada a los extremos para poderla ensamblar a la caja de unión.

6. Se solicita el cambio de lugar de una luminaria puesto que queda iluminando una zona verde y no una zona peatonal como se quiere dentro de los planos. A continuación, se presentan algunas de las evidencias que se realizaron en la visita.



Figura 15. Evidencia de la observación 1.



Figura 16. Evidencia de la observación 2.



Figura 17 Evidencia de la observación 3.



Figura 18 Evidencia de la observación 5.

Revisión de diseños en campo

En ocasiones los diseños presentados por EPM no tienen contempladas situaciones presentadas en terreno que no permiten que la etapa de ejecución se realice adecuadamente, un ejemplo de ello son interferencias con individuos arbóreos, duplicidad en infraestructura de alumbrado público, mobiliario urbano desactualizado, etc. De tal forma, es necesario que la interventoría revise la factibilidad de tal diseño y reporte los hallazgos para poder aprobarlo.

Se realizaron 15 visitas a diferentes proyectos, donde las observaciones más comunes encontradas dentro de todos ellos fueron:

- Poste y luminaria no existente en terreno, que se proyectó en el plano como existente.
- Realizar poda para aprovechamiento del flujo luminoso.
- El brazo existente no tenía las características descritas en el plano.
- La potencia de la luminaria existente no correspondía con respecto a la mencionada en el plano.
-

A continuación, se muestra un ejemplo de ellas.
SS 172392 - Barrio Santa Cruz

Este proyecto fue uno de los categorizados como de modernización, está ubicado entre la calle 99 y calle 103 entre carrera 49 y carrera 54#100-21 y fue diseñado con 354 luminarias LED de 50 W, 46 luminarias LED de 110W y 20 luminarias LED de 140 W, para un total de 419 luminarias proyectadas.

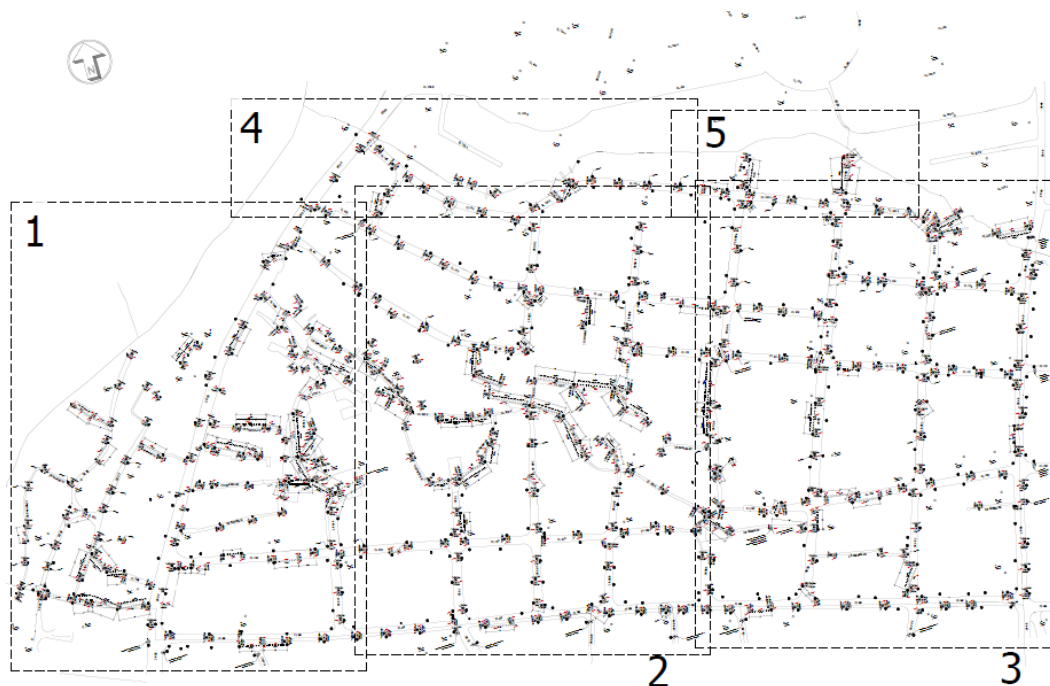


Figura 19. Plano del proyecto SS 172392 BARRIO SANTA CRUZ

Algunas de las observaciones encontradas en la visita en el CORTE 1 del plano fueron las siguientes:

1. En terreno se encuentra que el poste de madera fue cortado, al lado pusieron uno metálico y no posee ninguna luminaria.
2. Se evidencia en terreno que este poste no es de concreto sino de madera, además se encuentra en mal estado.
3. Se evidencia en terreno que en este poste metálico no existe una luminaria.
4. El poste encontrado en terreno además de que está al frente de donde se presenta el plano no es de madera si no metálico.
5. Se evidencia en terreno que el poste proyectado como existente no está, es decir no existe.
6. Se evidencia en terreno que este poste en concreto posee una luminaria de 70 w con brazo $52^{\circ}/20^{\circ}$, lo cual no se presenta en el plano.
7. Se observa en terreno que el brazo de la luminaria existente 139 es de $400/0^{\circ}$ y no de $52^{\circ}/20^{\circ}$, además se evidencia que el flujo de esta misma se desperdicia en el techo de una vivienda, por lo que para la nueva luminaria proyectada se recomienda ponerla en dirección tal que se aproveche el máximo flujo en el paso peatonal.
8. Se encuentra un individuo arbóreo que afecta el flujo luminoso al paso peatonal. Se evidencia en terreno también la existencia de una luminaria de 70w que no es tenida en cuenta en el plano para retiro.
9. Se evidencia en terreno que dónde existe este poste de concreto se encuentra un individuo arbóreo frondoso se recomienda poda.

10. Se evidencia en terreno que estas luminarias hacen parte de una iglesia donde no hay acceso público
11. Se encuentra en terreno que el poste está en la acera del frente.
12. Se observa en terreno que el poste está muy lejos de la calzada aproximadamente 3 m, por lo que se debe considerar un brazo más largo para la nueva luminaria.

Cada una de estas evidencias son enviadas en un informe donde contiene la ubicación del punto luminoso al que se le realizó la observación, además la foto con una marca de agua que contiene las coordenadas del punto donde fue tomada, como se muestra en algunas de las evidencias mostradas a continuación.

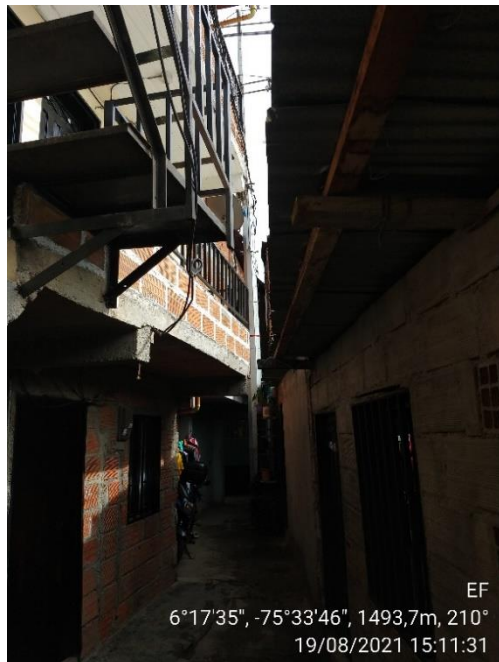


Figura 20. Evidencia de la observación 1.

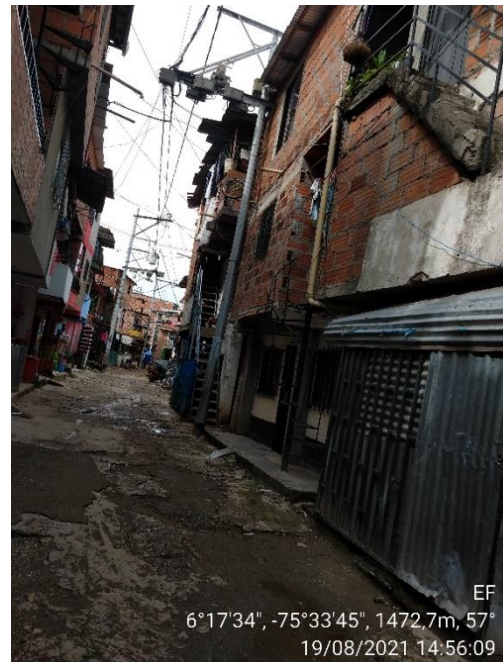


Figura 22. Evidencia de observación 3.



Figura 21. Evidencia de observación 7.



Figura 23 Evidencia de observación 9.

Este proyecto tuvo que ser sometido a revisión por la cantidad de observaciones encontradas.

Revisión de diseños en escritorio

Es importante además de verificar la factibilidad de los diseños con respecto a lo existente en terreno, también confrontar la documentación presentada como lo son las declaraciones de cumplimiento tanto del RETIE como del RETILAP, verificar los datos fotométricos como lo son la luminancia, iluminancia, uniformidad, alturas de montaje, y demás, como también el cumplimiento de los lineamientos del uso racional de la energía; y esta revisión es en la cual se realizan estas verificaciones.

Se realizaron 4 revisiones, el 100% se devolvió a EPM con una respuesta de corrección para poder ser aprobados. Cada una se examinó con un tipo de lista de chequeo, los puntos más importantes a revisar son los siguientes:

- La coincidencia de la dirección y número de SS (número de identificación del proyecto), en las declaraciones de cumplimiento, el informe y las memorias de cálculo.
- Las clases de iluminación presentes en el proyecto y que estas concuerden con los de la memoria de cálculo, según sea el caso.
- Las cantidades y características de luminarias, los brazos y las alturas de montaje deben ser las mismas dentro del informe, el archivo de unidades constructivas del alumbrado público y el plano.
- El factor de mantenimiento debe estar en el rango estipulado por el Manual de Procedimientos.
- Cálculo del SLEEC, DPEA y EER según sea el caso y debe cumplir con los valores estipulados por el Manual de Procedimientos.
- El cálculo de tramos típicos debe realizarse bajo la metodología CIE 140.
- En los tramos típicos debe reportarse el valor de la luminancia e iluminancia para verificar que coincidan con las reportadas en el cálculo del SLEEC.

A continuación, se presenta un ejemplo de esta revisión.

SS 179489 - Ecoparque La Hueso

Este proyecto está ubicado en la carrera 73 con calle 48, diseñado con 72 luminarias LED de 50 W y 13 luminarias LED de 110W, para un total de 85 luminarias proyectadas. El plano del proyecto se muestra a continuación.

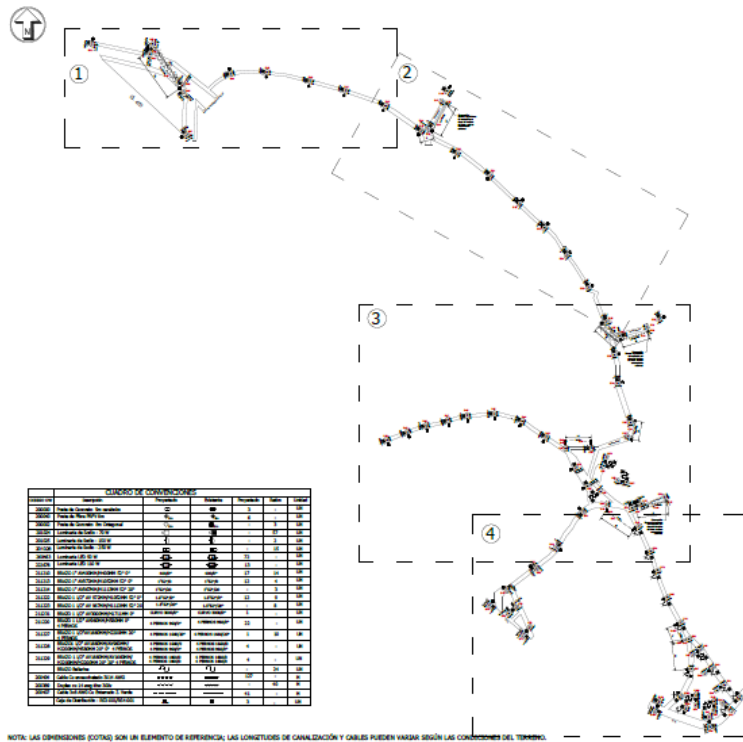


Figura 24. Plano del proyecto SS 179489 Ecoparque La Hueso.

Las observaciones encontradas en esta revisión fueron las siguientes:

1. Actualizar cuadro de UCAP de acuerdo con observaciones encontradas en campo respecto a las luminarias y postes.
2. El los cálculos del documento 179489-IGPI-00 no se encuentra el cálculo tanto del DPEA como del SLEEC, teniendo en cuenta que dentro de las consideraciones del informe se encuentra una vía M4.

La observación 1 tiene que ver con la anomalía o discrepancia que tiene el plano con lo existente y la evidencia de la observación se muestra a continuación.

7. Cálculos

7.1. Ahorro energético

Con el cambio de la tecnología de sodio a led se logra un ahorro del 45% de energía justificando el ahorro energético y cumpliendo la ley 697 de 2001 y el RETILAP en el uso racional de la energía. Para evaluar el ahorro energético se debe tener en cuenta que el diseño cumple la normatividad actual, y que se han realizado ajustes a las cantidades de luminarias de acuerdo a las necesidades de cada espacio.

REFERENCIA	PROYECTADO	RETIRO	CONSUMOS CON PÉRDIDAS TEÓRICAS (W)
Lum Sodio 70 W		57	4617
Lum Sodio 150 W		2	338
Lum Sodio 250 W		15	4185
Total			9140
Lum Led 50 W	72		3600
Lum Led 110 W	13		1430
Total			5030
		Ahorro	45%

Tabla 2 Ahorro Energético

Figura 25. Evidencia 1 de la observación 2.

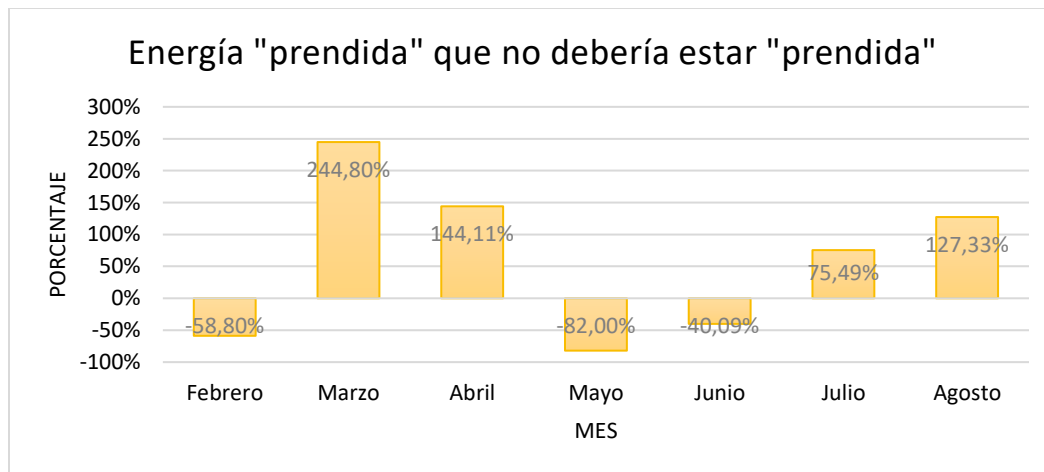
3. Consideraciones de diseño.

El parque está conformado por varios senderos peatonales, zonas de juegos y un tramo de vía M4. Para la determinación de la clase de iluminación, se tuvo en cuenta el mapa de jerarquización vial que incluye el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) de 2014 y para comprobar los requisitos de iluminación, se utiliza el RETILAP – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en sus tablas:

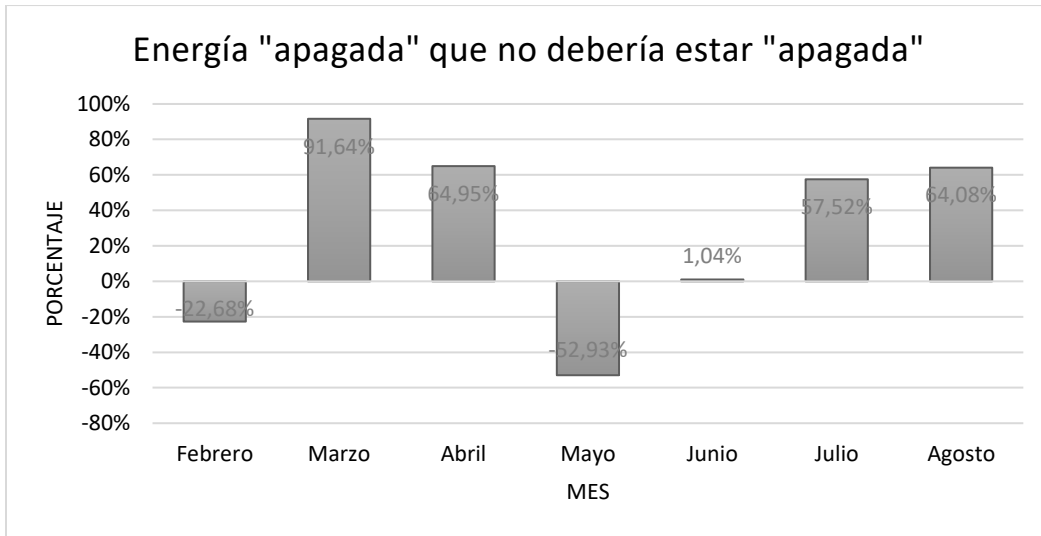
Figura 26. Evidencia 2 de la observación 2.

Revisión del cálculo del Índice de Disponibilidad

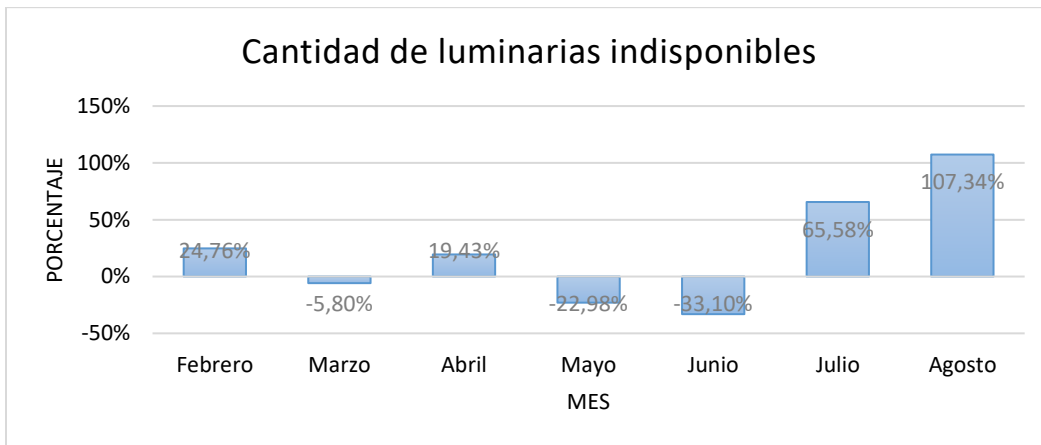
Del documento enviado por parte de EPM, donde está toda la información de cantidades, potencias y tiempos de indisponibilidad de las luminarias, la interventoría corrobora con el detalle de la observación, que esta información sea correcta. El número de reportes es muy variable porque depende mucho del reporte tanto por medio de la comunidad como por la interventoría, aunque todos los meses superan los 2000 datos. En el Anexo 1 se muestra el resumen de los datos del mes de agosto y el análisis que se realizó mes a mes durante este año hasta el mes de agosto; el análisis comparativo es con respecto al mes inmediatamente anterior por lo que el mes de enero no aparece. Las siguientes gráficas muestran la variación de diferentes variables.



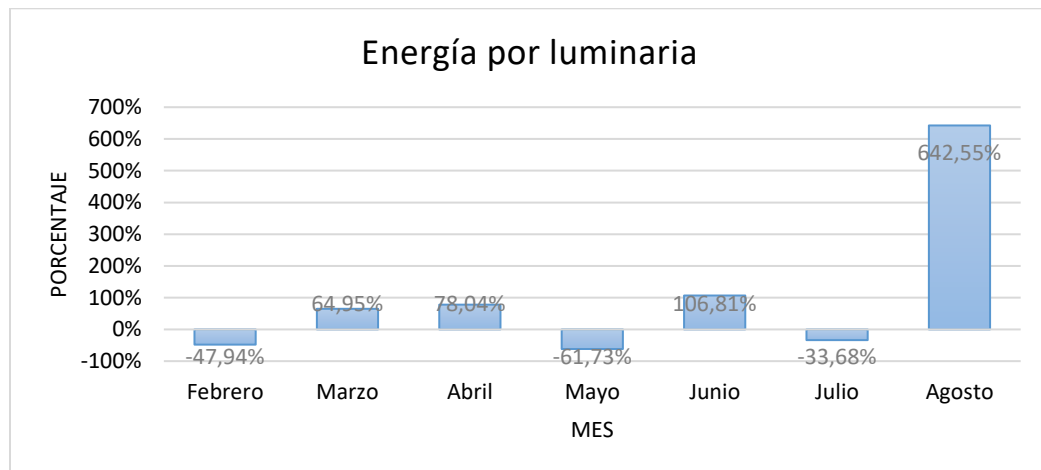
Gráfica 1. Variación de la energía prendida que no debería estar prendida.



Gráfica 2. Variación de la energía apagada que no debería estar apagada.



Gráfica 3. Variación de la cantidad de luminarias indisponibles.



Gráfica 4. Variación de la energía por luminaria.

De las gráficas anteriores se puede observar que tanto la energía “prendida” como la apagada poseen un comportamiento similar a través de los meses, también que las tres primeras gráficas tienen un comportamiento creciente los últimos 3 meses, lo que quiere decir que se está disminuyendo el Índice de Disponibilidad y esto se transmite a su vez a que se ha venido aumentando el número de reportes; por el contrario la energía por luminaria tiene un comportamiento muy variable, además, el mes de agosto tuvo un aumento mayor al 600%, esto quiere decir que hubo luminarias de una potencia muy alta indisponibles un tiempo considerable o que hubo luminarias de baja y mediana potencia indisponibles demasiado tiempo.

VI. CONCLUSIONES

- La interventoría de Alumbrado Público del Municipio de Medellín comprende cuatro productos macro acompañados de las respectivas actividades y entregables, actividades que van desde la actualización de los bienes del servicio de alumbrado público hasta la elaboración y presentación de los informes mensuales sobre la ejecución de las obligaciones; el aseguramiento metrológico, entre otras, que debe realizar para la verificación de la correcta prestación del servicio.
- De las 37 SMAP revisadas, el 62,16% se atendieron satisfactoriamente por EPM, es decir, 24.
- La mayoría de las SAC revisadas pertenecían a la comuna 9 y la 14, en su totalidad fueron 33, de las cuales 22 fueron atendidas, lo que quiere decir que EPM atendió aproximadamente el 66,67%.
- Se encontraron unas observaciones muy repetitivas en las revisiones de diseño en terreno, lo que indica que para la nueva modernización se requiere una mejor planeación.
- El 100% de los diseños revisados en escritorio fueron sometidos a revisión por parte de EPM.
- La energía “prendida” y “apagada” poseen el mismo comportamiento para el cálculo del Índice de Disponibilidad a través de los transcurrido del año 2021.
- El Índice de Disponibilidad ha venido en decrecimiento los últimos 3 meses.
- La energía indisponible por luminaria en el mes de agosto tuvo un aumento del 600% respecto al mes de julio, esto puede ser por luminarias de una potencia muy alta indisponibles en un tiempo considerable o por luminarias de baja y mediana potencia indisponibles demasiado tiempo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Alcaldía de Medellín, “Acuerdo 048 de 2014”.» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/Catastro/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2018/ManualdeprocedimientosdeAlumbradopublico.pdf>
- [2] «Astrea Medellín - Resolución 2003 de 2011 AMVA». https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/R_AMVA_2003_2011.htm (accedido jun. 11, 2021).
- [3] «DECRETO 2424 DE 2006». <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1449077> (accedido jun. 11, 2021).
- [4] «Ministerio de Minas y Energía, “Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público”. 2010.» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/20729-7853.pdf>
- [5] «Ministerio de Minas y Energía, “Resolución CREG 123”. 2011.» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c2081b22df5fd51e0525791e007d7ba9/\\$FILE/Creg123-2011.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c2081b22df5fd51e0525791e007d7ba9/$FILE/Creg123-2011.pdf)
- [6] «“Ministerio de Minas y Energía, «Resolución CREG 037». 2021.”» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/357c85296dbe594c052583f2007d5b59?OpenDocument>
- [7] «Alcaldía de Medellín, “Manual de Procedimientos de Alumbrado Público del Municipio de Medellín”.» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/Catastro/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2018/ManualdeprocedimientosdeAlumbradopublico.pdf>
- [8] «ICONTEC, “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos -Parte 1”.» Accedido: jun. 11, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.icontec.org/rules/procedimientos-de-muestreo-para-inspeccion-por-atributos-parte-5-sistema-de-planos-de-muestreo-sucencial-determinados-por-nivel-aceptable-de-calidad-nac-para-inspeccion-lote-por-lote/>

- [9] Ministerio del Trabajo, «Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo». [En línea]. Disponible en: https://id.presidencia.gov.co/Documents/190219_Resolucion0312EstandaresMinimosSeguridadSalud.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resumen y análisis de la indisponibilidad.