

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA ALUMBRADO PÚBLICO

**GONZÁLEZ GÉLVEZ ALDO MARCO
PINILLA MÁRQUEZ MARTÍN EMILIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2009

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA ALUMBRADO PÚBLICO

**GONZÁLEZ GÉLVEZ ALDO MARCO
PINILLA MÁRQUEZ MARTÍN EMILIO**

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ
Ingeniero Mecánico, Magíster en Ingeniería Metalúrgica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso; a mis padres Beatriz y Pedro Nel, a quienes debo mi existencia y formación; a mi esposa Claudia, por su amor y apoyo constante en todos mis proyectos; a mis hijas María Fernanda y María Isabel motor, alegría y orgullo permanente en mi vida.

MARTÍN PINILLA MÁRQUEZ

A mis padres Carlos y Carmen por su apoyo, a mis hermanos por su amistad, y todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para alcanzar este gran logro en mi vida.

ALDO MARCO GONZÁLEZ GÉLVEZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

Nuestra querida Universidad Industrial de Santander.

Cuerpo de profesores del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento.

Director de la monografía, ingeniero Carlos Ramón González Bohórquez, por su paciencia, tiempo y aportes.

Colaboradores del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento.

Empresas interesadas en el desarrollo de la Monografía de Especialización. Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. e Iluminaciones Tequendama S.A.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron con el desarrollo de este documento.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. ALUMBRADO PÚBLICO	3
1.1 DEFINICIONES GENERALES	3
1.1.1 Componentes físicos del sistema de alumbrado público	4
1.1.2 Componentes de una luminaria	5
1.1.3 Parámetros de calidad de una instalación	7
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	9
1.3 EVOLUCIÓN DEL MARCO JURÍDICO	9
1.4 NORMATIVIDAD JURÍDICA Y TÉCNICA VIGENTE	11
1.5 MODELOS DE ADMINISTRACIÓN	12
1.5.1 Administración directa	12
1.5.2 Administración por concesión del servicio	13
1.5.3 Modelo de administración mixta	15
1.6 MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	16
2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	17
2.1 DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO O REACTIVO	17
2.2 PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA COMPONENTES	18
2.2.1 Extinción de la vida útil de la bombilla	19
2.2.2 Ajuste deficiente de la bombilla en el portabombilla	20
2.2.3 Rotura de la bombilla	20
2.2.4 Insuficiente tiempo de enfriamiento (reencendido)	20
2.2.5 Inoperancia del control fotoeléctrico o fotocelda	21
2.2.6 Conexionado y alambrado defectuoso o inapropiado	22
2.2.7 Cable de alimentación en cortocircuito, abierto o defectuoso	22

2.2.8	Bajo nivel de tensión (voltaje) en la luminaria	22
2.2.9	Utilización de balasto inadecuado	22
2.2.10	Balasto en cortocircuito	23
2.2.11	Terminación de la vida útil del balasto	23
2.2.12	Arrancador inadecuado (Sodio alta presión)	24
2.2.13	Arrancador defectuoso (Sodio alta presión)	24
2.2.14	Condensador inapropiado	24
2.2.15	Condensador defectuoso	25
2.3	MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN CIRCUITOS EXCLUSIVOS	25
2.3.1	Rotura de conductores eléctricos	26
2.3.2	Cortocircuito entre conductores eléctricos	26
2.3.3	Falla a tierra de conductores eléctricos	26
2.3.4	Discontinuidad en una de las fases del circuito de alumbrado	27
2.3.5	Avería del transformador de distribución exclusivo	27
2.4	PROGRAMA DE INSPECCIONES NOCTURNAS	27
2.5	PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS EN CAMPO (CUADRILLAS)	28
2.5.1	Reparación de las luminarias en sitio de instalación	29
2.5.2	Retiro de luminarias para su intervención en el taller	30
2.5.3	Reinstalación de luminarias intervenidas en el taller	32
2.6	MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN TALLER	33
2.6.1	Preliminares y organización de la información	33
2.6.2	Intervención de la luminaria por mantenimiento en taller	34
2.6.3	Intervención de los fotocontroles en taller	36
2.7	VANDALISMO	37
3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	39
3.1	DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PLANEADO	39
3.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COMPONENTES	40
3.2.1	Bulbo exterior de la bombilla agrietado o figurado	41
3.2.2	Alta descarga en la bombilla	41

3.2.3	Extinción de la vida útil de la bombilla (sodio alta presión)	42
3.2.4	Fluctuaciones de tensión (voltaje) en la red eléctrica	42
3.2.5	Balasto inadecuado	42
3.2.6	Tensión incorrecta en el balasto	43
3.2.7	Acumulación de polvo en la luminaria	43
3.2.8	Cambio de color de las bombillas	44
3.2.9	Ennegrecimiento del tubo de arco o deformación del mismo	44
3.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUMINARIAS Y REFLECTORES	44
3.4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CIRCUITOS EXCLUSIVOS	46
3.4.1	Mantenimiento preventivo de las redes eléctricas	46
3.4.2	Mantenimiento preventivo de los transformadores de distribución	47
3.5	MEJORAS DE LA INFRAESTRUCTURA	47
3.5.1	Criterios para la repotenciación	47
3.5.2	Criterios para la modernización	48
3.5.3	Criterios para la reposición	49
3.5.4	Criterios para la ampliación	50
3.5.5	Criterios para la expansión	50
4.	GESTIÓN AMBIENTAL	51
4.1	CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	51
4.1.1	Orígenes de la contaminación lumínica	53
4.1.2	Efectos de la contaminación lumínica	54
4.1.3	Formas de contaminación lumínica	54
4.1.4	Disminución de la contaminación lumínica	55
4.1.5	Variaciones temporales de los niveles de iluminación	57
4.1.6	Características para el adecuado montaje de las luminarias	57
4.2	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	59
4.2.1	Fases del Plan de Manejo Ambiental	59
4.2.2	Normatividad ambiental vigente	60
4.3	CLASIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES	62

4.3.1	Elementos y materiales reciclables	62
4.3.2	Manipulación de las bombillas de vapor de mercurio	65
4.3.3	Recomendaciones especiales de seguridad	66
4.3.4	Elementos y materiales no reciclables	68
4.3.5	Administración de la disposición final	69
5.	MODERNIZACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	70
5.1	ILUMINACIÓN CON DIODOS EMISORES DE LUZ (LED'S)	71
5.2	CELDA FOTOVOLTAICAS (SUMINISTRO DE ENERGÍA)	73
5.3	ALUMBRADO PÚBLICO FOTOVOLTAICO	74
5.4	LUMINARIAS SOLARES CON DIODOS EMISORES DE LUZ	76
6.	GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA	77
6.1	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	77
6.1.1	Recursos físicos	78
6.1.2	Recursos técnicos y tecnológicos	80
6.1.3	Recursos humanos	82
6.1.4	Cadenas de requisición y suministro	84
6.1.5	Inventarios y almacén	85
6.2	GESTIÓN FINANCIERA	86
6.2.1	Control de costos fijos	87
6.2.2	Control de costos variables	88
6.2.3	Flujo Financiero	88
6.3	AUDITORÍA E INTERVENTORÍA	90
6.3.1	Funciones de la interventoría	90
6.3.2	Gestión de la contraloría	93
6.3.3	Planes de mejoramiento	94
7.	HIGIENE, SEGURIDAD, AMBIENTE Y CALIDAD	95
7.1	HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	95
7.1.1	Programa de salud ocupacional P. S. O.	96
7.1.2	Reglamento interno de trabajo	97

7.1.3	Reglamento de higiene y seguridad industrial	98
7.1.4	Panorama de riesgos	99
7.1.5	Programas de prevención de riesgos	101
7.1.6	Inspecciones de seguridad	103
7.1.7	Planes de prevención y atención de emergencias	104
7.2	GESTIÓN DE LA CALIDAD	105
7.2.1	Manuales y procedimientos	106
7.2.2	Indicadores de gestión	107
7.2.3	Normalización de procesos y certificación	108
8.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	111
8.1	PARAMETRIZACIÓN DEL SISTEMA	112
8.2	MÓDULO DE MANTENIMIENTO	112
8.2.1	Solicitudes de servicio	113
8.2.2	Órdenes de trabajo	113
8.2.3	Intervención en taller	114
8.2.4	Control de ejecución	115
8.3	MÓDULO DE ALMACÉN	116
8.3.1	Manejo de inventarios	116
8.3.2	Consumos, requisiciones de materiales y proveedores	117
8.3.3	Programación de compras y pagos	118
8.4	MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN	118
8.4.1	Reportes e informes	119
8.4.2	Tablas de ingreso y consulta	120
8.4.3	Control de costos	120
9.	CONCLUSIONES	122
	BIBLIOGRAFÍA	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de una luminaria	6
Figura 2. Diagrama del modelo de gestión de mantenimiento propuesto	16
Figura 3. Bombillas afectadas por las variaciones de tensión en la red eléctrica	19
Figura 4. Bombillas que presentan avería por rotura o despresurización	20
Figura 5. Fococeldas NO – NC en prueba e imagen interior de un foto control	21
Figura 6. Gráfica con los diferentes tipos de balastos abierto, encapsulados, etc.	23
Figura 7. Diferentes tipos de arrancadores impulsador, paralelo y serie	24
Figura 8. Gráfica con los diferentes tipos de condensadores	25
Figura 9. Vandalismo sobre una luminaria ornamental de un parque	38
Figura 10. Hurto de una luminaria de la infraestructura de alumbrado público	38
Figura 11. Bombillas con el bulbo exterior, fisurado o agrietado	41
Figura 12. Prueba de balastos en el laboratorio de un fabricante	43
Figura 13. Mantenimiento preventivo de luminarias y reflectores	45
Figura 14. Transformador de distribución exclusivo de alumbrado público	46
Figura 15. Luminarias de vapor de mercurio para repotenciar	48
Figura 16. Luminarias de sodio de alta presión modernizadas	49

Figura 17.	Luminarias de sodio de alta presión para reposición	49
Figura 18.	Imágenes de municipios con y sin contaminación lumínica	51
Figura 19.	Contaminación lumínica producida por un centro penitenciario	52
Figura 20.	Formas de instalación de las luminarias	56
Figura 21.	Formas de instalación de los reflectores	57
Figura 22.	Instalación de luminarias con paralumen corrector	58
Figura 23.	Luminarias y accesorios retirados de la infraestructura	61
Figura 24.	Reciclaje de balastos encapsulados, cubierta y núcleo laminado	63
Figura 25.	Casquillos de bombillas y arrollamientos de cobre reciclados	66
Figura 26.	Evolución cronológica de los tipos de iluminación	70
Figura 27.	Modelos de luminarias con leds para alumbrado público	71
Figura 28.	Usos de luminarias con leds en alumbrado público	72
Figura 29.	Utilización de paneles solares en iluminación industrial	74
Figura 30.	Aplicación de celdas solares en alumbrado público	75
Figura 31.	Instalación de luminarias con leds, alimentadas por celdas solares	76
Figura 32.	Áreas de Taller y Almacén de una empresa de alumbrado público	79
Figura 33.	Vehículos para atención en alumbrado público (grúa y camioneta)	82
Figura 34.	Funcionarios de alumbrado público debidamente capacitados	83
Figura 35.	Materiales utilizados en mantenimiento de alumbrado público	85
Figura 36.	Materiales de consumo en alumbrado público (almacenados)	86
Figura 37.	Trabajador de alumbrado público con todos sus E. P. P.	98
Figura 38.	Riesgos en alumbrado público (caídas de altura y riesgo	100

	eléctrico)	
Figura 39.	Señalización y utilización de E. P. P. para prevenir accidentes	102
Figura 40.	Atención de emergencia por inundación en alumbrado público	104
Figura 41.	Certificado de calidad en alumbrado público de una empresa	109
Figura 42.	Sistema de información (software) para mantenimiento en A. P.	111
Figura 43.	Solicitudes de servicio del sistema de información	113
Figura 44.	Órdenes de trabajo del sistema de información	114
Figura 45.	Formato de mantenimiento en taller del sistema de información	115
Figura 46.	Control de ejecución de servicios del sistema de información	115
Figura 47.	Formulario para control de inventarios del sistema de información	117
Figura 48.	Entradas y salidas de almacén en el sistema de información	118
Figura 49.	Reportes e informes del sistema de información	119
Figura 50.	Tablas para ingreso y consulta de datos del sistema de información	120
Figura 51.	Flujo de caja para control de costos del sistema	121

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requisitos fotométricos mínimos exigidos	8
Tabla 2. Factores de mantenimiento estimados	9
Tabla 3. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 001	29
Tabla 4. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 002	30
Tabla 5. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 003	32
Tabla 6. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 004	33
Tabla 7. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 005	34
Tabla 8. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 006	36
Tabla 9. Relación de actividades de alumbrado público y su impacto	68
Tabla 10. Recomendaciones para la disposición final de los residuos	69
Tabla 11. Relación de la herramienta menor más utilizada	80
Tabla 12. Relación de herramienta especializada más utilizada	80
Tabla 13. Relación de equipo de seguridad requerido	81
Tabla 14. Relación de materiales o repuestos requeridos	81
Tabla 15. Apartes del modelo de P. S. O. en alumbrado público	96
Tabla 16. Principales riesgos para los trabajadores en alumbrado público	98

RESUMEN

TÍTULO:

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA ALUMBRADO PÚBLICO*

AUTORES:

ALDO MARCO GONZÁLEZ GÉLVEZ, MARTÍN EMILIO PINILLA MÁRQUEZ.**

PALABRAS CLAVES:

Modelo de Gestión, Mantenimiento, Alumbrado Público, Sistema de Información, Administración, Seguridad Industrial, Calidad, Gestión Ambiental.

DESCRIPCIÓN

Esta monografía pretende desarrollar un modelo de gestión integral de alumbrado público, que contiene inicialmente definiciones generales, marco jurídico y técnico. Se presenta una concepción general de todos los componentes del sistema, se describen los principales apartes de la gestión técnica, la cual consiste inicialmente en definir los tipos de mantenimiento aplicables, fallas más comunes, acciones preventivas, inspecciones, procedimientos y protocolos para adelantar las actividades inherentes al mantenimiento en sitio o en el taller.

Como soporte de las actividades técnicas, se incluyen los principales aspectos relacionados con la gestión administrativa y financiera como son el manejo de recursos físicos, tecnológicos, humanos y financieros; así como las cadenas de requisición, inventarios y control de costos fijos y variables. También se describen las funciones de la interventoría, auditorías de los organismos de control y los planes de mejoramiento. Aspecto importante lo constituye la descripción de los tópicos concernientes a la implementación de los programas de salud ocupacional, seguridad industrial, panorama de riesgos y los planes de prevención y atención de emergencias; finalizando con la descripción de los requisitos para implementar y obtener la certificación del sistema de gestión de la calidad.

Capítulo aparte merece el tema de la gestión ambiental, no solo para cumplir con las exigencias de la legislación Colombiana, sino por el compromiso social que desde las diferentes empresas debe partir para evitar a toda costa afectar el medio ambiente. Se describen las principales causas de contaminación, así como las medidas de mitigación del impacto, describiendo las formas de reciclaje y disposición final de los desechos, para terminar con la elaboración, legalización e implementación del Plan de Manejo Ambiental. Finalmente se describe en detalle el sistema de información que se debe desarrollar para adelantar una eficiente gestión de mantenimiento en alumbrado público municipal o distrital.

* Monografía

** Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Ing. Carlos Ramón González B.

ABSTRACT

TITLE:

MANAGEMENT OF MAINTENANCE FOR PUBLIC LIGHTING SYSTEM*

AUTHORS:

ALDO MARCO GONZÁLEZ GÉLVEZ, MARTIN EMILIO PINILLA MÁRQUEZ.**

KEY WORDS:

Model of Management, Maintenance, Public Lighting System, Information System, Administration, Industrial Security, Quality, Environmental Management.

DESCRIPTION

This monograph tries to develop a model of integral management of public lighting system, which contains initially general definitions, legal and technical frame. A general conception of all the components of the system appears, describe main the separate ones of the technical management, which consists initially of defining the applicable types of maintenance, more common faults, preventive actions, inspection, procedures and protocols to advance the inherent activities to the maintenance in site or the workshop.

Like support of the technical activities, the main aspects related to the administrative and financial management are included as they are the handling of physical, technological, human and financial resources; as well as the chains of requisition, inventories and control of variable and fixed costs. Also the functions of interventory, audits of the control organisms and the plans of improvement are described. Important aspect constitutes the description of the topics concerning to the implementation of the programs of occupational health, industrial security, panorama of risks and the plans of prevention and attention of emergency; finalizing with the description of the requirements to implement and to obtain the certification of the quality management system.

Separate chapter deserves the subject of the environmental management, not only to fulfill the exigencies of the Colombian legislation, but by the social commitment that from the different companies must start off to avoid at all costs to affect the environment. The main causes of contamination, as well as the measures of mitigation of the impact are described, describing the forms of recycling and final disposition of the remainders, to finish with the elaboration, legalization and implementation of the Environmental Management Plan. Finally the information system is described in detail that is due to develop to advance an efficient management of maintenance in public lighting system.

*Monograph

** School of Mechanical Engineering. Specialization in Management of Maintenance. Director: Ing. Carlos Ramón González B.

INTRODUCCIÓN

Desde la comunicación y legalización de la resolución 043 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, donde se reglamentó la prestación del servicio de alumbrado público municipal y distrital, pasando por otras disposiciones de esta naturaleza, confirmándose y ampliándose la normatividad mediante el Decreto 2424 del 18 de julio de 2006 y finalizando con el proyecto en revisión del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, los municipios y distritos de Colombia han venido desarrollando esta actividad con muchos tropiezos de diversa índole, debido a que no existen los suficientes cimientos sólidos de tipo jurídico y técnico que permitan una eficiente prestación del servicio, garantizando la viabilidad financiera de los operadores y la plena satisfacción de los usuarios del servicio. Con la motivación que genera el hecho de que pasados trece (13) años, no existe aún una normalización y unificación de criterios en lo relacionado con la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura, se pretende en la presente monografía desarrollar un documento que sirva de guía para quienes estén realizando esta labor como operadores en la diversas modalidades que establece la legislación nacional.

El documento se encuentra dividido en ocho (8) capítulos, iniciando con el marco conceptual general del alumbrado público, definiendo aspectos fundamentales para la comprensión de la actividad, presentando además en el modelo de gestión de mantenimiento propuesto. Posteriormente en los siguientes dos (2) capítulos se describen detalladamente las principales fallas presentadas en la infraestructura, protocolos y procedimientos para los mantenimientos correctivos y preventivos, debidamente ilustrados. El cuarto capítulo incluye todo lo relacionado con las formas y estrategias de control de la contaminación, manejo de residuos, impacto al medio ambiente y contenido e implementación del plan de manejo ambiental, requisito incluido en el RETILAP. En el quinto capítulo se describen los

principales avances e innovaciones y aplicaciones tecnológicas en el campo del alumbrado público.

La gestión de mantenimiento en alumbrado público debe ser integral, por tal motivo se incluyen en el capítulo sexto las principales estrategias de administración de los recursos involucrados en el desarrollo de la actividad, como son los humanos, financieros, físicos y técnicos, requeridas para adelantar eficientemente la prestación del servicio; además de lo anterior, se incluyen formas de efectuar el control de los costos fijos y variables, así como la estructuración de un flujo financiero, culminando con la descripción de las funciones y alcances de las auditorías y contralorías que garantizan el buen uso y destinación de los recursos públicos.

Durante el desarrollo de la prestación del servicio de alumbrado público, se requiere implementar los programas de higiene, seguridad, ambiente y calidad (HSEQ), los cuales se describen detalladamente en el capítulo séptimo de la monografía, teniendo en cuenta las exigencias de la legislación colombiana, haciendo énfasis en la importancia del auto cuidado, promoviendo programas de capacitación y generando conciencia en el recurso humano. Mediante la elaboración de manuales de procedimientos y la implementación de indicadores de gestión, se diseña la estrategia para alcanzar la certificación de calidad.

Finalmente se termina el desarrollo de la monografía con la descripción del sistema de información propuesto, el cual contiene la parametrización del sistema, la descripción de los diferentes módulos de mantenimiento, almacén y administración, control de ejecución y de costos, elaboración de informes, manejo de compras y proveedores. El sistema de información incluye los diferentes formatos que se deben diligenciar por parte de las áreas técnica y administrativa.

1. ALUMBRADO PÚBLICO

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) define el alumbrado público así: *“alumbrado público es el servicio público que tiene como objeto iluminar vías públicas, parques y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho público o privado, diferente del municipio con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de actividades tanto vehiculares como peatonales, también se incluyen semáforos y relojes electrónicos instalados por el municipio”*.¹

Así mismo el Ministerio de Minas y Energía, define el alumbrado público como: *“Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un Municipio o Distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público”*.²

Hoy en día el Alumbrado Público (AP), más que un servicio público básico es una rama de la Ingeniería Eléctrica, en la cual se aplican conocimientos avanzados de iluminación, diseño, control, mantenimiento e innovación.

1.1 DEFINICIONES GENERALES

A continuación se definen los elementos que podemos encontrar en cualquier instalación de alumbrado público, su uso dependen de las características del diseño de la instalación.

¹ CREG, Comisión de Regulación de Energía y Gas, Resolución 043 de 1995

² MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Decreto 2424 del 18 de Julio de 2006

1.1.1 Componentes físicos del sistema de alumbrado público. El sistema de alumbrado público se compone de los siguientes elementos, que deben ser de fácil instalación y mantenimiento, empleando materiales adecuados que resistan el ambiente en el cual trabajará la luminaria y que mantengan la temperatura de la bombilla dentro de los límites de funcionamiento, teniendo siempre en cuenta la economía y la estética:

➔ Luminaria: es un aparato de iluminación que tiene como función controlar, distribuir, filtrar y transformar la luz emitida por una o más bombillas, incluyendo todas las partes necesarias para el soporte, fijación y protección de las bombillas, así como los circuitos eléctricos necesarios para su encendido. Un sistema de alumbrado público puede contener las siguientes luminarias: horizontal o vertical (para vías, zonas verdes y canchas); de sobreponer (para zonas bajas de puentes vehiculares y peatonales); tipo aplique (para fachadas) y ornamentales o tipo farol (parques y plazas públicas).

➔ Redes: son las encargadas de llevar la energía desde el transformador de distribución hasta el punto de conexión de la acometida de la luminaria, se pueden clasificar según su uso como exclusivas de AP o mixtas cuando alimentan cargas residenciales y según su construcción pueden ser aéreas o subterráneas, para el caso de las redes aéreas es posible encontrarlas aisladas o desnudas, esto dependerá de los factores tenidos en cuenta para el diseño del sistema de AP. El tipo de construcción influirá en los costos de operación y mantenimiento, dado que los accesorios de conexión empleados para las redes subterráneas son más costosos; las redes incluyen los herrajes, aisladores, estribos, conectores, barrajes para derivación y empalmes en gel o resina, etc.

➔ Postes: la función de los postes es brindar soporte, posición y altura a las luminarias y redes aéreas, según el tipo de material es posible encontrar postes en madera, concreto, metálicos y más recientemente en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) además del material de fabricación el poste posee

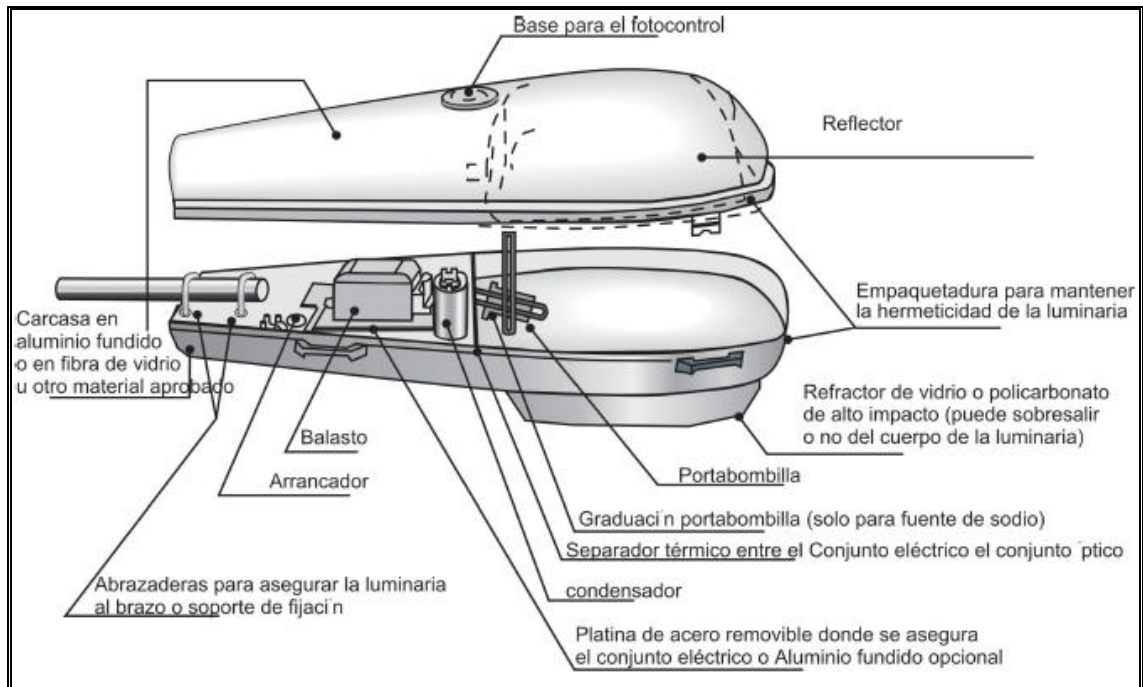
dos características que son la carga de rotura y la altura, estas dos deben considerarse al momento de realizar el diseño del sistema alumbrado público y para establecer los recursos necesarios para realizar una actividad de mantenimiento a los equipos que soportan.

→ **Controles Múltiples (relojes):** son mecanismos temporizados o fotocontrolados que permiten la energización simultánea de un grupo de luminarias, su capacidad está dada por la corriente de interrupción, y se componen en esencia por un contactor con bobina de cierre, un interruptor automático termomagnético y un elemento fotosensible.

→ **Cajas de inspección y canalizaciones:** este componente del sistema de AP se refiere a la infraestructura necesaria para soportar las redes subterráneas, para la iluminación ornamental en fachadas o en las zonas bajas de los puentes, pueden ser en tubería metálica galvanizada (EMT) adosada o en tubería conduit de PVC y coraza conduflex enterrada; cuando se emplea tubería EMT las cajas de inspección son metálicas y se ubican donde sea necesario realizar una derivación o conexión, para redes subterráneas se construyen cámaras de inspección en ladrillo de mampostería y friso cumpliendo las normas de construcción aplicables en cada región o aplicando la norma NTC 2050.

1.1.2 Componentes de una luminaria. Las luminarias poseen dos clases de componentes, uno óptico y otro eléctrico. El primero se compone de todos los elementos necesarios para controlar y dirigir la luz producida por una bombilla y el segundo de brindar las condiciones adecuadas para que la bombilla reciba la energía requerida para un óptimo funcionamiento, todos éstos elementos están contenidos dentro de una *carcasa* que por lo general se fabrica en aluminio y que se encarga de brindar protección física a la luminaria manteniendo la hermeticidad deseada medida mediante el Índice de Protección (IP), La figura No. 1, muestra las partes de una luminaria.

Figura 1. Partes de una luminaria



Fuente: Manual único de alumbrado público – UESP Bogotá, D.C.

El conjunto óptico de una luminaria está compuesto por:

- ➔ Un *Reflector* ubicado en el interior de la luminaria aprovecha el flujo de la bombilla que de otra manera se habría perdido o mal utilizado.
- ➔ Un *Refractor*, que es un elemento traslúcido empleado para alterar la distribución espacial del flujo luminoso, mediante el proceso de refracción de la luz, así como garantizar el IP de la luminaria.

El conjunto eléctrico de una luminaria varía sus elementos de acuerdo al tipo de bombilla empleada. Para las bombillas incandescentes normales no se requiere de elementos auxiliares; para las bombillas halógenas se debe tener un transformador o una fuente electrónica; y para las bombillas fluorescentes y de descarga eléctrica el conjunto eléctrico se compone por un arrancador, un balasto y un condensador o poseen un conjunto electrónico para el control del encendido y regulación del nivel de tensión o voltaje de salida.

- El arrancador empleado con las bombillas de descarga se encarga de generar pulsos de tensión que inician el encendido sin precalentamiento de los electrodos.
- El balasto (reactancia) se usa para obtener las condiciones necesarias del circuito (tensión, corriente y forma de onda) para el encendido y operación correcta de la bombilla.
- El condensador tiene por objeto mejorar el factor de potencia de la bombilla el cual es de tipo inductivo debido al balasto.

Como elemento común se tiene el portabombillas que en algunos casos permite su graduación dentro del conjunto óptico para satisfacer la fotometría de la luminaria y los aspectos de reglaje relativos a su diseño.

Adicionalmente una luminaria puede tener accesorios para el control del encendido (base para fotocontrol) y su fijación al soporte para el montaje en el poste (abrazaderas para fijación al soporte).

1.1.3 Parámetros de calidad de una instalación. La exigencia del alumbrado público está en relación directa con la intensidad del tráfico y la velocidad media de los vehículos que la transitan. Para satisfacer esta exigencia es necesario efectuar un control durante la etapa del diseño sobre los parámetros que definen la calidad del diseño.

- Nivel de Iluminación. Los parámetros que permiten cuantificar y cualificar los niveles de iluminación alcanzados con el diseño en la vía son: iluminancia promedio (E_{prom}), luminancia promedio (L_{prom}), uniformidad general de iluminancia (U_{0E}), uniformidad general de luminancia (U_{0L}), uniformidad longitudinal de luminancia (U_L), luminancia de velo (L_V), incremento del umbral (T_i), índice de confort (G) y relación de alrededores (SR).

Definidos los tipos de vía según los requerimientos visuales, es necesario establecer los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo. Estos requisitos se establecen en la tabla No. 1:

Tabla 1. Requisitos fotométricos mínimos exigidos

Tipo de vía	L _{prom} [Cd/m ²]	U ₀ Min	Ti Max inicial	U _L Mín.	SR Mínimo
M1	2.0	0.4	10	0.5 a 0.7	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.5 a 0.7	0.5
M3	1.0	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	0.4	15	NR	NR
M5	0.5	0.4	15	NR	NR

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 900, Tabla No. 10

El valor U_L = 0.7 es para vías de alta velocidad con calzadas separadas, exentos de cruces a nivel y con accesos completamente controlados. Se aplica para Autopistas. El campo NR significa no requerido.

➔ **Factor de Mantenimiento.** Es el valor asignado a una instalación eléctrica como indicador de la vida útil de sus componentes, la cual es directamente proporcional al IP indicado de la luminaria, este factor tiene implicaciones de tipo legal ya que es empleado durante los procesos licitatorios para asignar mayor puntaje a quienes ofrezcan un factor de mantenimiento alto. El factor de mantenimiento, aplicado al conjunto óptico, para diseño, operación y mantenimiento será el señalado a continuación con base en lo establecido en la NTC 900.

Tabla 2. Factores de mantenimiento estimados

<i>Índice IP de la Luminaria</i>	<i>Condiciones ambientales (Nivel de Polución)</i>	<i>Etapa de diseño Etapa de operación y mantenimiento</i>
IP = 5 X	Medio	0.84
IP = 6 X	Alto	0.86

Fuente: Manual único de alumbrado público UESP Bogotá, D.C.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA

La aparición del alumbrado público en Colombia como servicio público se remonta a finales del siglo XVIII, cuando Antonio Nariño actuando como alcalde encargado de la población de Santa Fe, decide iluminar la Calle Real cobrando un tributo adicional a los comerciantes del sector, esta iniciativa tan solo duró un año, propiciando la creación del servicio de alumbrado y de serenos, el cual consistía de un grupo de cuatro hombres que recorrían las calles de comercio con faroles de sebo, pero no fue sino hasta 1913, cuando el Concejo Municipal de Santa Fe de Bogotá determina su creación como servicio municipal, mediante la Ley 97.

1.3 EVOLUCIÓN DEL MARCO JURÍDICO

El Ministerio de Minas y Energía a través del INEA (Instituto Nacional de Energías Alternativas), el 31 de marzo de 1.995, expidió la directiva nacional: **Plan de Reducción del Consumo de Energía Eléctrica en Alumbrado Público**, como parte del **Plan Nacional para el Uso Racional de la Energía**, con el objetivo de establecer un programa de tres (3) años, orientado a reemplazar 1.250.000 puntos luminosos (luminarias y/o lámparas) con bombillas de mercurio u otras fuentes, por bombillas de sodio de alta presión. Este programa pretendía reducir la potencia eléctrica instalada en alumbrado público de 205 MW a 122 MW, con un ahorro de energía de 366 GW-h por año. Esta directiva fue acogida por algunas de las empresas distribuidoras y comercializadoras de energía del país y para junio de 1996, el número de puntos luminosos reemplazados había llegado a

120.000 (10% del total existente), con una reducción de potencia de 4 MW y un ahorro de energía de 8.7GW-h para el período de un año. El alcance originalmente propuesto para el primer año sólo se logró parcialmente, lo anterior debido a que para incrementar la participación de una tecnología eficiente como es la de sodio alta presión, y adecuar administrativamente un sistema de alumbrado público en los municipios colombianos se debe incurrir en costos que son principalmente los siguientes:

- ➔ **Ampliación:** Es el suministro e instalación de luminarias nuevas de alta presión de sodio en los sitios donde existe la infraestructura necesaria (postes y redes eléctricas de baja tensión) y que se determina técnicamente la necesidad de las mismas.
- ➔ **Expansión:** Es la construcción e instalación de nueva infraestructura del alumbrado público (redes eléctricas de baja tensión y luminarias), por el desarrollo vial o urbanístico del municipio o por el redimensionamiento del sistema existente.
- ➔ **Repotenciación:** Es el cambio de las luminarias de vapor de mercurio, incandescentes, luz mixta, metal halide y de otras fuentes luminosas no convencionales, por sus equivalentes en alta de presión de sodio, de conformidad con el documento SGE-26-1996 del Ministerio de Minas y Energía, para mejorar la calidad y eficiencia del sistema.
- ➔ **Reposición:** Es el cambio de las luminarias de alta presión de sodio instaladas de 70, 150, 250 y 400 W, que observan estado de obsolescencia o que se encuentran en mal estado, por otras nuevas ajustándose a la Norma NTC 900, manteniendo así una infraestructura adecuada.
- ➔ **Operación y Mantenimiento:** Es el sostenimiento técnico de la infraestructura existente, así como la que se vaya adicionando a medida que avancen las actividades descritas anteriormente.

1.4 NORMATIVIDAD JURÍDICA Y TÉCNICA VIGENTE

La resolución 043 de 1995 le asignó a los municipios la responsabilidad de la administración del servicio de Alumbrado Público, y en particular, se les responsabilizaba de velar por la incorporación de los avances tecnológicos que permitieran hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica hasta el 30 de junio de 1996, término que fue ampliado hasta el 31 de enero de 1997.

A partir de 1913 con la expedición de las leyes 97 de 1913 y 84 de 1915, los municipios tienen la responsabilidad de efectuar los recaudos por concepto de impuesto de alumbrado público, con la obligación de destinarlo única y exclusivamente a la prestación de este servicio. En la gran mayoría de los casos esto no se ha llevado a cabo. Las mencionadas disposiciones se complementan con la expedición de la Ley 143 de 1994 y las Resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG.

Las condiciones legales y procedimentales por las cuales se regirá el manejo integral del alumbrado público, se encuentran estipuladas preferencialmente en la Ley 80 de 1993; la Ley 143 de 1994 (Ley Eléctrica); Los Decretos 2170 del 2002 y 2424 de 2006 emanados del Ministerio de Minas y Energía; la Ley 1150 de 2007 y todas las resoluciones vigentes expedidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) en especial las 043 de 1995, 043 y 089 de 1996, 076 de 1997, 070 de 1998, 101 de 2001 y 032 de 2003. Así como las directrices impartidas por el Ministerio de Minas y Energía en la resolución 81132 de Junio 3 de 1996. Además se debe cumplir con la normatividad vigente en cuanto a estandarización en relación con la aplicación de las normas técnicas vigentes para el sector de fabricantes de elementos eléctricos para el alumbrado público, como son el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDET), Norma Técnica Colombiana (NTC) 900 y 2050 e ISO 9000 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2004 y finalmente el Reglamento Técnico de

Iluminación y Alumbrado Público RETILAP 2008 (Revisión). Para ampliación detallada de la información se debe remitir a los anexos.

1.5 MODELOS DE ADMINISTRACIÓN

El último inciso del artículo No. 2 de la Resolución No 043 de 1.995 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas, autoriza a los municipios para realizar el mantenimiento, la sustitución y expansión del alumbrado público mediante convenios o contratos celebrados con la misma empresa de servicios públicos que suministra la energía eléctrica, o con cualquier otra persona natural o jurídica que acredite idoneidad, con sujeción a las normas que lo rigen en términos del artículo No. 8 de la misma Resolución. En consecuencia, se tiene que un municipio o distrito puede prestar el servicio de Alumbrado Público de las siguientes maneras:

1.5.1 Administración directa. El Municipio se encarga de manera directa de la prestación del servicio, celebrando para tal efecto contratos de obra pública para lo pertinente al mantenimiento, repotenciación, reposición y ampliación del servicio de Alumbrado Público, cuando para tal efecto no cuente con planta de personal para adelantar dichas labores, o mediante contratos de suministro de los insumos necesarios para el mantenimiento, repotenciación, reposición y ampliación, en los casos que tenga el personal suficiente para acometer estas obras.

El marco legal de la contratación está determinado por las Leyes 80 de 1.993 y 1150 de 2007, cuyas características de este son las siguientes:

➔ El costo del servicio se recupera, mediante el cobro del impuesto de alumbrado público, que se puede hacer dentro de la factura de consumo de los usuarios del servicio público domiciliario de energía eléctrica, o de cualquiera otro servicio público, previo convenio para el efecto, o dentro de la factura del impuesto predial.

- ➔ Se asume la responsabilidad de conseguir los recursos de inversión si son necesarios, para la repotenciación, reposición y ampliación de luminarias, y equipos para la operación y mantenimiento del sistema.
- ➔ El municipio podrá negociar directamente con la empresa comercializadora y/o distribuidora de energía local o con cualquier otro comercializador de energía del mercado, el precio del suministro de energía, de acuerdo con la actual regulación donde la energía destinada al servicio de alumbrado público podrá ser negociada como usuario no regulado. Si es el caso se deben pagar los costos o cargos por el uso del sistema de distribución regional y local a las respectivas empresas.
- ➔ Las labores de operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público podrían ser asumidas directamente por el municipio o subcontratar a un tercero o a la misma empresa comercializadora y/o distribuidora.
- ➔ Como garantía financiera para los diferentes contratistas y la viabilidad empresarial del proyecto, los distintos pagos a realizar a los subcontratistas se podrían canalizar a través de una fiducia (contrato de encargo para administración y pagos), la cual manejaría los recaudos del impuesto de alumbrado público, a través de la facturación de servicios públicos domiciliarios.
- ➔ El déficit financiero en caso de presentarse sería asumido por el municipio.

1.5.2 Administración por concesión del servicio. Siguiendo los lineamientos del artículo 32 de la Ley 80 de 1.993, es contrato de concesión el que tiene por objeto otorgar a una persona (natural o jurídica beneficiaria de la concesión), la prestación, operación, explotación, organización o gestión total o parcial de un servicio público (a cargo de la entidad estatal). En síntesis, se tiene que cuando la entidad pública presta el servicio indirectamente, lo hace por concesión, a cuyo beneficiario se le denomina concesionario. Consiguientemente, el objeto es confiar a dicha persona un servicio público mediante una delegación, en donde el concesionario se coloca frente a los usuarios en lugar (representación) de la

entidad estatal, en nombre propio y por cuenta propia. Siendo de la esencia de la concesión que el concesionario asume la función correspondiente bajo la interventoría directa por parte del municipio y/o tercero externo contratado para tal fin; es claro que esta función la puede cumplir la misma empresa comercializadora que suministra la energía, o una empresa especializada en el desarrollo de esta clase de proyectos. Mediante este tipo de contratación se logra obtener que todas las responsabilidades tanto de recursos de inversión como los de operación y mantenimiento sean asumidos por el concesionario. Las principales características se resumen así:

- ➔ El concesionario asume directamente y bajo su entera responsabilidad todas las obligaciones necesarias para prestar el servicio de alumbrado público.
- ➔ Para dar garantía financiera al concesionario, los pagos se podrán manejar a través de una entidad fiduciaria, que recibirá los recursos del impuesto de alumbrado público, recaudado a través de la facturación de los servicios públicos domiciliarios.
- ➔ La vinculación de terceros con el concesionario se constituyen en actos de derecho privado, sin responsabilidad del municipio.

Entre las ventajas del contrato de concesión se tienen las siguientes:

- ➔ Definición clara para el sistema de alumbrado público; exclusividad en la prestación del servicio y cumplimiento de las obligaciones derivadas.
- ➔ Mejoramiento de las finanzas del municipio (públicas) por resignación de recursos presupuestados, que antes se destinaban a la prestación de alumbrado público.
- ➔ Sustancial mejoramiento de la atención y servicio al cliente.
- ➔ Utilización de tecnología reciente, apropiada, eficiente y estandarizada.
- ➔ Adecuado y oportuno mantenimiento técnico (cumplimiento de órdenes de trabajo).

➔ Aumento de la seguridad y bienestar ciudadano (mejor y continuo nivel de iluminación durante la noche).

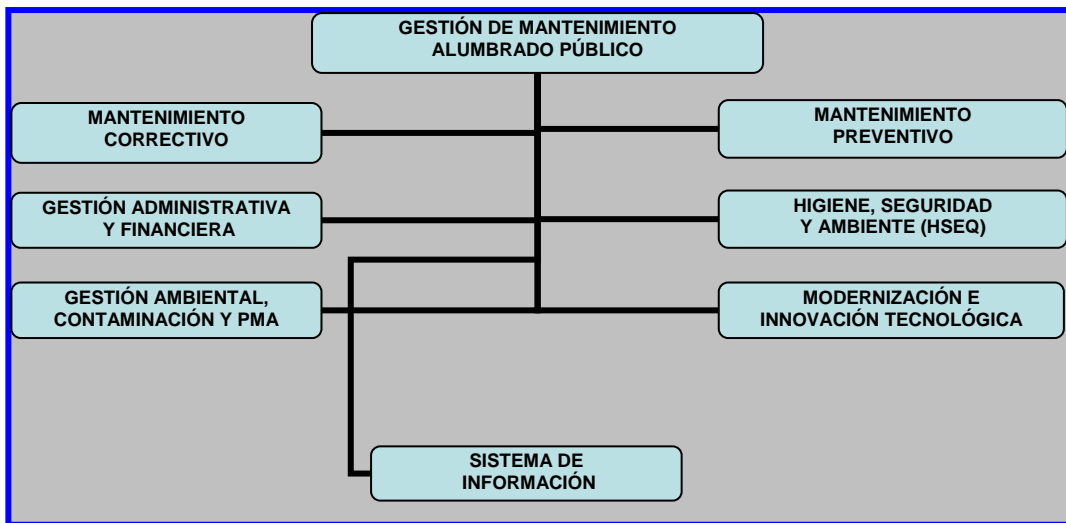
1.5.3 Modelo de administración mixta. Como quiera que la Ley 80 de 1.993 hizo hincapié en la trascendencia del acuerdo de voluntades como ley para las partes, y en el artículo 40 del estatuto de contratación, se dispuso que las estipulaciones de los contratos se harían con fundamento en la autonomía de la voluntad y de acuerdo con el derecho común, las entidades fueron expresamente facultadas para incluir en los contratos y acuerdos, las modalidades, condiciones y estipulaciones que las partes consideraran convenientes, siempre que no fueran contrarias a la constitución política, la ley, el orden público y a los principios y finalidades del estatuto.

En este orden de ideas enunciado, para contratar el servicio de alumbrado público se puede acudir a un sinnúmero de formas de contratación, que ponen a prueba la capacidad de gestión y administración del servidor público. Existen infinitas modalidades contractuales típicas y atípicas. Entre las típicas podrían utilizarse figuras contractuales como el contrato de administración delegada, en el cual el municipio le entrega al administrador una suma de dinero para que proceda a debitar de la misma la ejecución de la obra y sus honorarios; o la modalidad de reembolso de gastos, en la cual la entidad contratante paga mediante actas parciales o finales el avance de obra. Una modalidad atípica es la conocida como Leasing de Infraestructura, en la cual una entidad financiera pública o privada, construye la obra y se la arrienda al municipio con opción de compra al final del arrendamiento, por el valor depreciado de la infraestructura en ese momento. Para este último caso, el Leasing financia la expansión o modernización del alumbrado público y el municipio se hace cargo de la operación y el mantenimiento. El común denominador de cualquiera de los sistemas que se adopten es que deben someterse al rigor procesal establecido en el Estatuto de Contratación o sea las leyes 80 de 1993 y 1150 de 2007 y que se conviertan en socio estratégico de las administraciones para convertir en eficiente la prestación del servicio.

1.6 MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Las infraestructuras de alumbrado público de los municipios y distritos del país, pasaron de ser administradas por las empresas comercializadoras y distribuidoras de energía locales a los municipios. A raíz de lo anterior, se han observado múltiples formas de administración, operación y mantenimiento de estos bienes e infraestructuras, razón que motiva a desarrollar un modelo estandarizado de gestión del mantenimiento el cual se presenta y describe a continuación:

Figura 2. Diagrama del modelo de gestión de mantenimiento propuesto



2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En el modelo de gestión de mantenimiento propuesto, se encuentra contenido el desarrollo del mantenimiento correctivo, característico del alumbrado público, debido a que regularmente se deben atender un número elevado de dispositivos (luminarias) e infraestructura, sobre las cuales se hace más rentable y eficiente en la mayoría de los casos, esperar que se presente la falla en el equipo para proceder a intervenirlo. A continuación se desarrolla el modelo propuesto de este tipo de mantenimiento.

2.1 DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO O REACTIVO

El mantenimiento correctivo, consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Regularmente obliga a tener un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles de falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.³

El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla, se le considera de corto plazo, las personas encargadas de avisar la ocurrencia de la avería son los propios operarios de las máquinas o equipos y corresponde al personal de mantenimiento las reparaciones de éste. Exige, para su eficacia, una buena y rápida reacción de la reparación (recursos humanos asignados, herramienta, repuestos, elementos de transporte, etc.); la reparación propiamente dicha es rápida y sencilla, así como su control y puesta en marcha.⁴

³ González Bohórquez Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2007.

⁴ Mora Gutiérrez Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG. Medellín. 2008.

El mantenimiento correctivo es la actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones, cuando a consecuencia de alguna falla, han dejado de prestar la calidad de servicio esperada.⁵

La Reparación es el conjunto de actividades realizadas sobre los equipos e instalaciones que intervienen en un proceso, y que se encuentran en mal estado, para reparar sus defectos y devolverlos al estado normal de operación.⁶

Existen racionales justificaciones para efectuar este tipo de mantenimiento, tales como: que los equipos o dispositivos de alumbrado, no se encuentran en una línea o punto crítico del proceso y que su falla no ocasione serios trastornos a la producción o al mantenimiento. Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que la falla de alguno de estos dispositivos denominados luminarias, solo ocasiona una disminución parcial del nivel luminoso en el sector público donde se encuentra instalado; también, que por la gran cantidad de luminarias instaladas en la jurisdicción de un municipio, se deben efectuar las reparaciones progresivamente en la medida en que son detectadas o reportadas las fallas y finalmente que contando con el número de cuadrillas adecuadas ejecutando las labores de mantenimiento reactivo, se disminuye el impacto que pueda ocasionar la falla de la(s) luminaria(s) en determinado sector.

2.2 PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA COMPONENTES

El mantenimiento correctivo o reactivo, a pesar de que algunos autores y gestores de mantenimiento no lo consideran como tal, requiere de procedimientos y planeaciones para su desarrollo. A continuación se describen algunas consideraciones generales que deben tenerse en cuenta para la realización de la gestión integral de mantenimiento en alumbrado público. Una instalación de alumbrado público operará adecuadamente a lo largo de su vida útil, siempre y

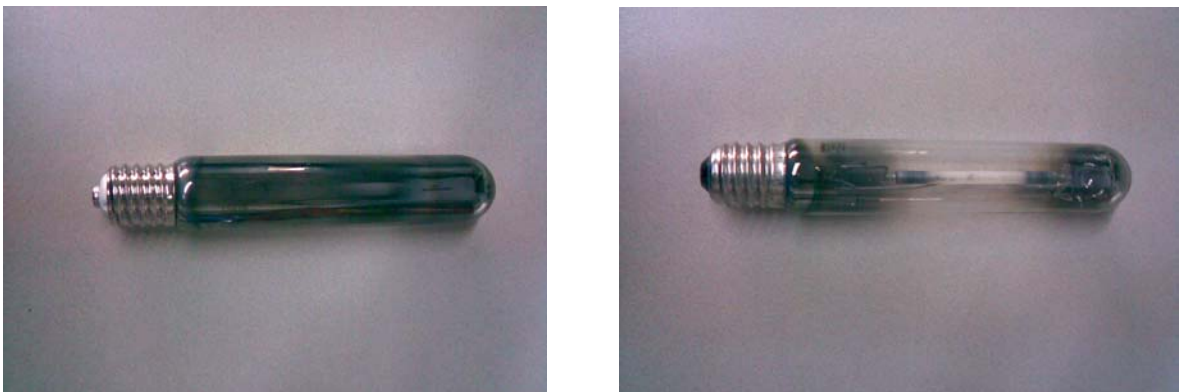
⁵ Dounce Villanueva Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. Editorial Continental. México. 1998.

⁶ Tamayo Domínguez Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008.

cuando sea mantenida eficazmente. Aunque es inevitable el deterioro en la calidad, aún en instalaciones bien mantenidas, el deterioro será mayor si el mantenimiento no se lleva a cabo. Entre mayor sea el intervalo de tiempo en que se efectúe el mantenimiento (factor de conservación bajo), el nivel de iluminancia inicial alto, caerá por debajo de lo especificado y por tanto el consumo de energía durante la vida de la instalación será mayor. Con un esquema de mantenimiento adecuado (factor de conservación alto), se asegura una instalación de alumbrado público efectiva, tanto desde el punto de vista energético como económico. Las recomendaciones generales que se deben tener en cuenta cuando se realice el mantenimiento correctivo, se describen a continuación.

2.2.1 Extinción de la vida útil de la bombilla. El fin de la vida útil de las bombillas ocurre cuando los electrodos se han agotado, haciendo difícil o imposible la ionización y establecimiento del arco, impidiendo de esta manera el calentamiento para lograr la completa emisión lumínica. La elevación de la tensión en el tubo de arco debida a la gasificación de contaminantes también puede causar el fin de la vida útil de las bombillas. El procedimiento de revisión es utilizar una bombilla de prueba en la misma luminaria, cuando se observe la disminución de la intensidad luminosa, con el fin de verificar las adecuadas condiciones de funcionamiento. Si efectivamente se determina el fin de la vida útil de la bombilla, esta debe ser reemplazada por una nueva de similares características.

Figura 3. Bombillas afectadas por las variaciones de tensión en la red eléctrica



2.2.2 Ajuste deficiente de la bombilla en el portabombilla. Si no existe buen contacto entre el casquillo de la bombilla y el mogul del portabombilla es altamente probable que no encienda la luminaria; debido a esto se debe inspeccionar el casquillo de la bombilla y la parte roscada del portabombilla para ver si existe alguna indicación de arco eléctrico. Luego proceder a apretar la bombilla para que su ajuste sea el adecuado. Si el casquillo está deformado y no se puede colocar apropiadamente, se recomienda reemplazar la bombilla. Si el mogul del portabombilla está deformado, este elemento debe ser cambiado o reemplazado.

2.2.3 Rotura de la bombilla. La rotura de la bombilla de una luminaria, se puede presentar por varios factores como la colocación inadecuada (demasiado ajuste del casquillo con el portabombilla), exceso de temperatura en la bombilla (tensión elevada de la red), contacto del bulbo con partes metálicas o por vandalismo. Cuando se presente este evento se debe cambiar la bombilla por otra nueva.

Figura 4. Bombillas que presentan avería por rotura o despresurización

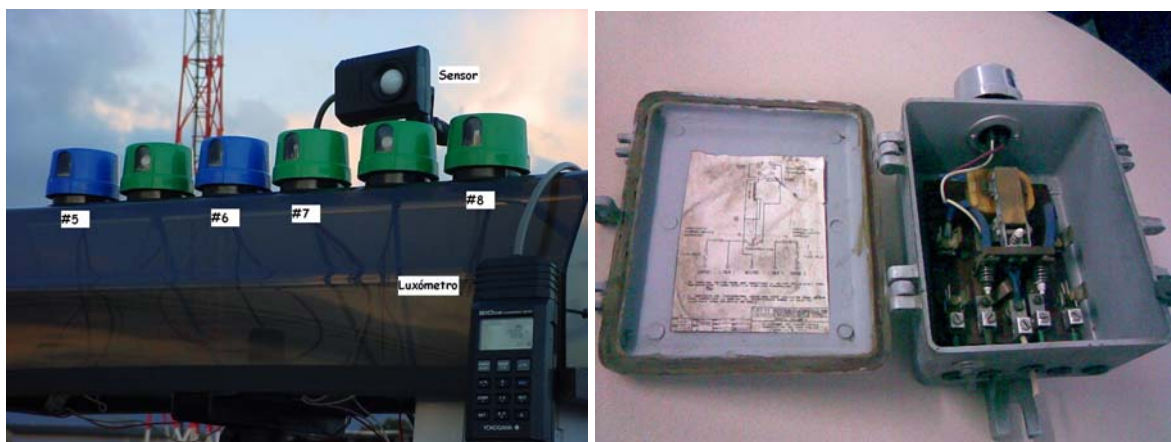


2.2.4 Insuficiente tiempo de enfriamiento (reencendido). Toda bombilla de descarga de alta intensidad, requiere de un período para restablecer las condiciones de arranque óptimas cuando existe una interrupción momentánea en la línea de alimentación, después de que la bombilla ha estado operando. En una luminaria, el tiempo de reencendido varía de acuerdo con la temperatura ambiente

y las corrientes de aire existentes. Las bombillas de vapor de mercurio, requieren de 4 a 8 minutos para enfriarse y las bombillas de sodio alta presión, requieren de 1 minuto aproximadamente. Con base en lo anterior, deben tenerse en cuenta estos parámetros, antes de efectuar algún tipo de cambio innecesario por consideración de operación errónea en la luminaria.

2.2.5 Inoperancia del control fotoeléctrico o fotocelda. Las luminarias deben tener un control fotoeléctrico o fotocelda individual incorporada para su funcionamiento, en el momento de presentarse falla en algunas de estas, se debe verificar el estado de conservación y operación de la fotocelda, como ajuste sobre la base, integridad del circuito electrónico y activación del contacto por energización del relevo (cubrirlo durante algunos segundos). Si se encuentra una anomalía diferente del ajuste, la fotocelda deberá ser reemplazada por una nueva de similares características. En el caso de algunas avenidas o vías principales que cuentan con un dispositivo de control fotosensible múltiple, se debe comprobar que la tensión y la intensidad son las adecuadas, para su correcta operación; integridad y operación del contactor (bobina, contactos, etc.) y el estado de los fusibles o interruptor automático.

Figura 5. Fotoceldas NO – NC en prueba e imagen interior de un fotocontrol



Fuente: Laboratorio de Industria Andina de Iluminación. - INADISA

2.2.6 Conexionado y alambrado defectuoso o inapropiado. Es muy probable que el conexionado y alambrado interno de la luminaria, no sea el adecuado, o se encuentre defectuoso, de acuerdo con esto, se debe verificar que el alambrado esté de acuerdo con el diagrama del balasto. Examinar el alambrado de la línea de alimentación al balasto y del balasto al portabombillas para establecer continuidad. Asegurarse del buen estado de las conexiones.

2.2.7 Cable de alimentación en cortocircuito, abierto o defectuoso. Cuando se presenta un cortocircuito o un circuito abierto en el cable de alimentación de la red de baja tensión a la luminaria, esta no encenderá. Por tanto se debe verificar la integridad del circuito de alimentación, mediante la inspección visual y mediciones con la pinza voltiamperimétrica, para que en el caso de presentarse alguna anomalía efectuar el cambio del cableado.

2.2.8 Bajo nivel de tensión (voltaje) en la luminaria. La tensión de alimentación del balasto debe estar entre 10% del valor nominal para el adecuado y correcto funcionamiento de la luminaria. La revisión deberá efectuarse con carga completa. Si el balasto cuenta con derivaciones, se deberá seleccionar la derivación de acuerdo con la tensión de alimentación medida en el balasto. Si se detecta baja tensión se debe incrementar éste o mover la derivación a la siguiente posición. Si existe una mala conexión corregir la forma de derivación.

2.2.9 Utilización de balasto inadecuado. Debe garantizarse y asegurarse que las especificaciones y características técnicas del balasto, estén de acuerdo con la tensión de línea y alimentación de la bombilla. Un balasto con el tipo de reactancia y relación de transformación inadecuados, causará que la bombilla falle prematuramente o en el mejor de los casos que no encienda. De acuerdo con lo anterior, si se detecta esta anomalía, se debe cambiar el balasto por otro acorde con la luminaria y tensión de la red eléctrica.

Figura 6. Gráfica con los diferentes tipos de balastos abierto, encapsulados, etc.



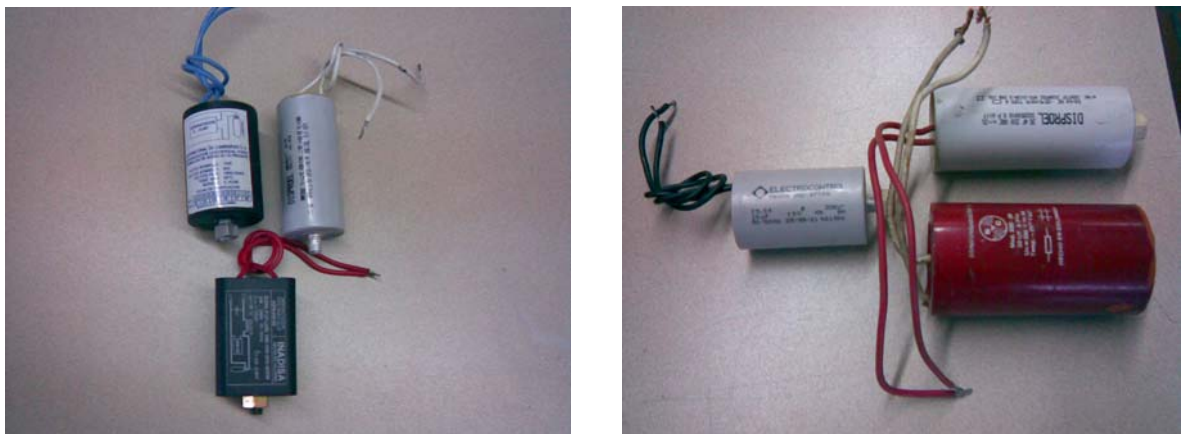
2.2.10 Balasto en cortocircuito. Un balasto en cortocircuito causa generalmente la rotura en los sellos del tubo de arco con un ennegrecimiento indicativo en el área de sellado. La condición de cortocircuito puede presentarse debido a que los condensadores, los conductores de alimentación de la luminaria o las bobinas del balasto se encuentran en cortocircuito. Por ello es importante que antes de colocar una bombilla en una luminaria se revise el conjunto eléctrico, ya que en el caso de bombillas que no necesitan pulso de arranque, como las bombillas de mercurio, estas pueden explotar al ser colocadas y estar el balasto en cortocircuito, provocando lesiones graves al operario y contaminación del medio ambiente. En este caso se recomienda colocar en el portabombilla, primero una bombilla incandescente de 150 V o 220 V y dependiendo del brillo de la luz de la bombilla, determinar si el balasto está en corto o no, para proceder a efectuar su cambio.

2.2.11 Terminación de la vida útil del balasto. La apariencia del balasto nos puede dar un indicio de las condiciones de trabajo. Si el balasto está carbonizado, nos indica que ha estado sujeto a un calentamiento excesivo por mal funcionamiento o por grandes variaciones en la tensión de alimentación, con pérdida de su aislamiento. Si el operario detecta tal anomalía debe proceder a efectuar el cambio del balasto.

2.2.12 Arrancador inadecuado (Sodio alta presión). El diseño de los balastos y arrancadores, requiere que los dos componentes sean compatibles, para proveer el pulso de arranque de nivel apropiado. Un bajo pulso no arrancará la bombilla, un alto pulso causará la destrucción de los componentes de la bombilla. De acuerdo con lo anterior, se debe seleccionar apropiadamente el arrancador de conformidad con la potencia de la bombilla, para evitar anomalías. Si el operario detecta un arrancador inadecuado debe proceder a su cambio.

2.2.13 Arrancador defectuoso (Sodio alta presión). Si el pulso de alto voltaje que provee el arrancador, no se genera o está por debajo de las especificaciones, la bombilla fallará en el arranque (no encenderá). Si el arrancador proporciona valores por debajo de los especificados inicialmente, la bombilla puede arrancar pero fallará en arranques subsecuentes, ya que la tensión de arranque requerido por la bombilla, puede incrementarse durante cortos períodos mientras la bombilla se encuentra en su periodo de encendido. Al detectar esta anomalía el operario debe efectuar el cambio del arrancador.

Figura 7. Diferentes tipos de arrancadores impulsador, paralelo y serie



2.2.14 Condensador inapropiado. El condensador es un elemento que se utiliza para mejorar el factor de potencia de la luminaria, debido al carácter inductivo de los balastos y arrancadores. De acuerdo con la potencia nominal de la luminaria

local o mediante transformadores exclusivos. En la mayoría de los casos se utilizan las redes de distribución de baja tensión de la zona, o adicionando una línea para el control múltiple exclusiva del alumbrado público. Las luminarias de alumbrado de vías secundarias tienen alimentación bifásica a 208/220 voltios y se conectan entre dos (2) de las fases o entre la línea de control de alumbrado y la segunda fase. A continuación se describen algunas de las acciones correctivas o reparaciones más características en este tipo de instalaciones.

2.3.1 Rotura de conductores eléctricos. Cuando se presenta la rotura de los conductores de los circuitos de alumbrado público, generalmente si están bien coordinadas las protecciones, se operan las cañuelas de los cortacircuitos (rotura de fusibles) del transformador de distribución o exclusivo de las redes eléctricas. En este caso se deben tener en cuenta las reglas de seguridad para intervención de equipo eléctrico, luego se procede a empalmar o cambiar el vano o vanos averiados, reponer el(los) fusible(s) de los cortacircuitos, para finalmente energizar el circuito y restablecer el servicio.

2.3.2 Cortocircuito entre conductores eléctricos. Debido al deterioro del aislamiento por envejecimiento natural, recalentamientos por sobrecargas originadas en cortocircuitos de luminarias, mal manejo de los cables al introducirlos en la ductería, o al ataque del medio ambiente, ocasiona que hagan contacto eléctrico dos o más conductores. Este defecto provoca la actuación de la protección y por lo tanto la apertura del circuito. El daño se identifica mediante prueba de aislamiento (MEGGER), en el extremo de los conductores del circuito que presenta la falla. Identificado y localizado el daño, se efectúa la reparación cambiando el tramo afectado.

2.3.3 Falla a tierra de conductores eléctricos. Por causas similares a las del defecto antes mencionado, un conductor de fase puede ponerse a tierra. Si el contacto es pleno, la anomalía puede hacer actuar la protección. Si el contacto

tiene una alta impedancia, la falla constituye una carga adicional que ocasiona caída de tensión en el circuito. Esta falla se identifica y localiza como el defecto anterior. La reparación se efectúa cambiando el tramo.

2.3.4 Discontinuidad en una de las fases del circuito de alumbrado. Golpes accidentales, movimientos frecuentes, oxidación o un calentamiento excesivo del conductor causado por sobrecarga o cortocircuito puede provocar su rotura, dejando sin alimentación al circuito a partir del punto de falla. El daño se identifica por ausencia de tensión detectada mediante un voltímetro conectado en el extremo del circuito. Para su localización se requiere realizar mediciones de tensión sucesivas, por tramos, comenzando por el extremo del tramo que se encuentre fuera de servicio avanzando de la fuente hacia las cargas, efectuando la reparación mediante empalme o cambio del tramo.

2.3.5 Avería del transformador de distribución exclusivo. El transformador exclusivo que alimenta los circuitos de alumbrado público, puede sufrir serias averías que comprometen su función, ocasionadas por sobrecarga, descargas atmosféricas (falta de protecciones), cumplimiento de la vida útil (pérdida de características), envejecimiento, vandalismo, etc. Cuando alguno de los casos anteriores ocurre, debe valorarse de acuerdo con el estado en que esté el transformador, si vale la pena reconstruirlo o en su defecto instalar en su reemplazo un transformador nuevo de similares características. Además de lo anterior, es necesario garantizar el buen estado y ajuste de las protecciones del transformador tales como cortacircuitos, pararrayos y puesta a tierra.

2.4 PROGRAMA DE INSPECCIONES NOCTURNAS

La prestación de un óptimo servicio público de alumbrado, está directamente relacionado con el aporte de los usuarios y ciudadanos vecinos y residentes habituales en las jurisdicciones de los municipios, los cuales además de ser los clientes del servicio prestado, ejercen indirectamente la misma función del

operario de una máquina en un proceso productivo, siendo quienes observan de primera mano los malos funcionamientos de las luminarias. Los ciudadanos al observar algún tipo de avería en el sistema de alumbrado público, deben informar al prestador del servicio, a través de las líneas telefónicas, mediante oficio o personalmente, la ubicación con una breve descripción del daño, coadyuvando de una manera importante en el mejoramiento y continuidad del servicio. En algunos casos inclusive es posible recibir a través de los medios de comunicación (radio y periódicos) locales las solicitudes de servicio de algunos usuarios.

Además de lo mencionado anteriormente, es obligación legal del operador del servicio, elaborar un programa de inspecciones nocturnas a los diferentes sectores, áreas, barrios, escenarios y demás zonas públicas contenidas en la definición del servicio mencionada en el capítulo 1. Lo más apropiado en estos casos es contar con una(s) cuadrilla(s) motorizada(s) de inspección nocturna con un cronograma claramente definido, que abarque todo el municipio, donde se registren las ubicaciones y descripción posible de las fallas; estos datos se ingresan en la base de datos, generando las ordenes de trabajo correspondientes.

También es considerada una buena táctica, programar periódicamente las cuadrillas en horario nocturno (una vez por semana), en los sectores de mayor impacto como las zonas céntricas, comerciales, avenidas principales, vías de gran circulación y áreas de masiva concentración de personas, con la finalidad de que en el evento de encontrar luminarias en falla, estas sean reparadas inmediatamente, disminuyendo la afectación por ausencia de iluminación.

2.5 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS EN CAMPO (CUADRILLAS)

Una vez ingresadas en la base de datos las ordenes de servicio, solicitadas por los usuarios en alguna de las modalidades descritas o por la cuadrilla de inspección nocturna, se generan las ordenes de trabajo codificadas y fechadas, las cuales son entregadas al supervisor para su clasificación por zona o por tipo de

orden (redes, grúa canasta, camioneta, avenida, escenario, etc.). El supervisor efectúa la entrega de las órdenes de trabajo a la(s) cuadrilla(s), donde el oficial de iluminación (liniero) las recibe y ejecuta de acuerdo a los instructivos que se describen a continuación.

2.5.1 Reparación de las luminarias en sitio de instalación. Normalmente es posible efectuar la reparación de las luminarias en el mismo sitio donde se encuentran instaladas, ya que las fallas más frecuentes son: avería de las bombillas (natural o exógena) y daño en la fotocelda (tarjeta electrónica) o sulfatación de los conectores bimetálicos. Para estos casos en particular se debe seguir el procedimiento de intervención que se describe a continuación:

Tabla 3. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 001

Logo del Operador		Protocolo No. AP-001
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Ayudante Conductor	Ubicación del sitio con la dirección descrita en la orden de trabajo y localización de la luminaria reportada.
Señalización	Ayudante Conductor	Ubicar los conos de señalización del área que será intervenida.
Uso de E.P.P.	Oficial de Iluminación	Incorporarse los elementos de protección personal, realizar el alistamiento de materiales y herramientas necesarias.
Acceso a luminaria	Oficial de Iluminación	Acceder al poste mediante la escalera o canasta de la grúa, efectuar la inspección general de la luminaria.
Inspección de luminaria	Oficial de Iluminación	Verificar que la luminaria tenga sus elementos completos: la fotocelda, la bombilla, los conectores, el alambre de alimentación y el difusor de vidrio para posteriormente evaluar su estado. En caso de que falte alguno de estos elementos el operario debe realizar la reposición de dicho dispositivo y consignar la anomalía en la orden de trabajo.
Revisión de luminaria	Oficial de Iluminación	Si la luminaria se encuentra apagada, se debe verificar que esté bien conectada y si existe tensión (multímetro); así mismo debe verificar que la bombilla, conectores, fotocelda y conexiones internas estén bien asegurados e instalados.
Reparación de luminaria	Oficial de Iluminación	Reemplazar los elementos que se encuentren averiados.

Orden de trabajo	Oficial de Iluminación	Diligenciar la orden de trabajo, relacionando los materiales, ajustes y mejoras. Obtener la firma del usuario.
Ordenes de trabajo No Programadas	Ayudante Conductor y Oficial de Iluminación	Si en el sector se observan otras luminarias en mal estado no reportadas a través de las órdenes de servicio, se debe efectuar el mantenimiento siguiendo los numerales 2 al 7 y posteriormente diligenciar el formato registro de servicios no programados , equivalente a una orden de trabajo en blanco o sin diligenciar.
Retiro del área	Ayudante Conductor	Limpiar el área de intervención y retirar la señalización.

2.5.2 Retiro de luminarias para su intervención en el taller. En caso de que una luminaria no pueda repararse en el sitio donde se encuentra instalada, el oficial de iluminación (liniero) debe efectuar el retiro o desmonte de la misma de conformidad con el siguiente procedimiento:

Tabla 4. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 002

Logo del Operador		Protocolo No. AP-002
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Ayudante Conductor	Ubicación del sitio con la dirección descrita en la orden de trabajo y localización de la(s) luminaria(s) reportada(s).
Señalización	Ayudante Conductor	Ubicar los conos de señalización del área que será intervenida.
Uso de E.P.P.	Oficial de Iluminación	Incorporarse los elementos de protección personal, realizar el alistamiento de materiales y herramientas necesarias.
Acceso a luminaria	Oficial de Iluminación	Acceder al poste mediante la escalera o canasta de la grúa, efectuar la inspección general de la luminaria.
Inspección de luminaria	Oficial de Iluminación	Verificar que la luminaria tenga sus elementos completos: la fotocelda, la bombilla, los conectores, el alambre de alimentación y el difusor de vidrio para posteriormente evaluar su estado. En caso de que falte alguno de estos elementos el operario debe realizar la reposición de dicho dispositivo y consignar la anomalía en la orden de trabajo.
Revisión de luminaria	Oficial de Iluminación	Si la luminaria se encuentra apagada, se debe verificar que la misma esté bien conectada y si existe tensión (multímetro); así mismo debe verificar que la bombilla,

		conectores, fotocelda y conexiones internas estén bien aseguradas e instaladas.
Comprobación de avería	Oficial de Iluminación	Confirmar mediante pruebas funcionales y operativas que efectivamente no es posible efectuar el mantenimiento correctivo en el sitio.
Retiro de luminaria	Oficial de Iluminación	Desconectar la acometida de la red secundaria con la herramienta adecuada y tomando todas las medidas de seguridad necesarias; retirar tanto el brazo como la luminaria quitando las tuercas que sujetan el brazo a los collarines pero dejando estos en el poste. Esta operación se debe realizar cuando se trate de luminarias entre 150 y 400 W., que tienen brazo de 2,0 m y fijación con collarines además de utilizar la grúa canasta.
Retiro de luminaria	Oficial de Iluminación	Si la luminaria es de 70 W y se utiliza la escalera, el oficial de iluminación debe ubicar esta convenientemente fijándola al poste tanto en la parte superior como inferior, sin posicionarse en los dos últimos peldaños y siempre utilizando el arnés de seguridad y demás elementos, luego efectuar el retiro solo de la luminaria, dejando el brazo de 1,2 m, el cual regularmente está fijado con cinta de acero tipo band-it.
Diligenciar formatos	Oficial de Iluminación	Luego de efectuar el retiro o desmonte, el oficial de iluminación debe diligenciar la orden de trabajo, así como el formato reporte de luminaria en mantenimiento con las novedades observadas, anexando este último formato a la orden correspondiente para su entrega al oficial o jefe del taller.
Retiro del área	Ayudante Conductor	Limpiar el área de intervención y retirar la señalización.
Entrega de luminarias	Oficial de Iluminación y Oficial de Taller	Cuando esté finalizando la jornada laboral y ubicados en las instalaciones del prestador de servicio, el(los) oficial(es) deben entregar las luminarias retiradas junto con los formatos de orden de trabajo y reporte de luminarias en mantenimiento debidamente diligenciados al jefe de taller quien a su vez, registra la entrada de la luminaria en la planilla o formato control de entrada y salida de luminarias en taller.

2.5.3 Reinstalación de luminarias intervenidas en el taller. Luego de realizada la reparación y pruebas funcionales de las luminarias por parte del oficial o jefe de taller y de que éste haya diligenciado el reporte de luminarias en mantenimiento correspondientes, estos formatos, son nuevamente entregados al supervisor, junto con las órdenes de trabajo respectivas, quién nuevamente clasifica estas y entrega a la(s) cuadrilla(s), para que procedan a la reinstalación. Los oficiales de iluminación, se deben dirigir al taller para reclamar las luminarias intervenidas; el jefe de taller registra la salida en el formato “control de entrada y salida de luminarias en taller” y el oficial firma su recibo. Luego de disponer de las órdenes de trabajo, se dirige al sitio y procede a efectuar el montaje de la luminaria de acuerdo al siguiente procedimiento:

Tabla 5. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 003

Logo del Operador		Protocolo No. AP-003
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Ayudante Conductor	Ubicación del sitio con la dirección descrita en la orden de trabajo y localización de la luminaria reportada.
Señalización	Ayudante Conductor	Ubicar los conos de señalización del área que será intervenida.
Uso de E.P.P.	Oficial de Iluminación	Incorporarse los elementos de protección personal, realizar el alistamiento de materiales y herramientas necesarias.
Acceso a luminaria	Oficial de Iluminación	Acceder al poste mediante la escalera o canasta de la grúa, efectuar la inspección general de la luminaria y retirar la fotocelda (prevención).
Instalación de luminaria	Oficial de Iluminación	Fijar el brazo de la luminaria a los pernos de las bandas que se encuentran en el poste, apretando las tuercas adecuadamente, si efectivamente se retiro el brazo; en caso contrario procederá a efectuar la fijación de la luminaria en el brazo.
Conexión de luminaria	Oficial de Iluminación	Dependiendo del caso, se deberá conectar la acometida de la luminaria al sistema secundario de la red eléctrica tomando las precauciones y medidas de seguridad necesarias, verificando el voltaje correcto de la red eléctrica o en su defecto conectar el alambre de alimentación en la bornera del conjunto eléctrico.

Verificación del funcionamiento	Oficial de Iluminación	Instalar la fotocelda a la luminaria, accionarla si es de día para verificar que funcione correctamente. Antes de retirarse del poste, debe verificar que tanto el brazo como la luminaria queden debidamente fijados, posicionados y alineados.
Confirmación del servicio	Oficial de Iluminación	Si es factible, solicitar al usuario su firma en la solicitud de servicio como constancia del trabajo realizado y conformidad del servicio.
Retiro del área	Ayudante Conductor	Limpiar el área de intervención y retirar la señalización.
Diligenciamiento de formatos	Oficial de Iluminación y Supervisor Técnico	Diligenciar completamente los formatos de las órdenes de trabajo y reporte de luminarias en mantenimiento, estampar la firma y entregar estos al final del correspondiente turno de trabajo al supervisor.

2.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN TALLER

De conformidad con lo descrito en los procedimientos generales del numeral 2.2, existen algunas fallas en las luminarias, que por sus características es recomendable efectuar la reparación en el taller; algunas de estas están relacionadas con averías o defectos del balasto, los arrancadores y los portabombillas. El procedimiento de retiro e instalación de estas luminarias se describió en los protocolos Nos. AP-002 y AP-003. A continuación se realiza una descripción del procedimiento que se desarrolla en el taller cuando se interviene una luminaria retirada de la infraestructura.

2.6.1 Preliminares y organización de la información. Es necesario realizar algunas actividades preliminares y de organización de la información, que conduzcan a optimizar los tiempos de intervención.

Tabla 6. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 004

Logo del Operador		Protocolo No. AP-004
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Recibo de luminarias	Oficial de Iluminación Y Oficial de Taller	Recibo en el taller de la(s) luminaria(s) con sus registros de orden de trabajo y reporte de luminaria en mantenimiento.

Verificación de la información	Supervisor Técnico	Verificar en el sistema (base de datos), el inventario de luminarias existentes que la dirección y el código de la luminaria corresponda con los señalados en los registros y con el código físico de la luminaria.
Codificación de luminaria	Oficial de Taller y Supervisor Técnico	Si existen inconsistencias, se deben efectuar las modificaciones en el inventario de luminarias y señalar físicamente la luminaria que requiera nueva codificación para su mantenimiento y pintura.
Tiempo de reparación	Ingeniero de Mantenimiento y Supervisor Técnico	Todo el proceso de mantenimiento correctivo o reparación de una luminaria debe tener una duración máxima de dieciséis (16) horas hábiles.
Instalación de luminaria	Ingeniero de Mantenimiento, Supervisor Técnico y Oficial de Taller	Mensualmente se deben consolidar los materiales por mantenimiento correctivo y entregar el informe al supervisor o ingeniero de mantenimiento. La información debe estar consignada en el formato de materiales por mantenimiento correctivo. De igual manera debe actualizar los formatos de control de códigos asignados de luminarias y control de reparación.
Validación de información	Almacenista y Supervisor Técnico	Validar toda la información, efectuar la revisión de las cantidades consignadas en los diferentes formatos, con los movimientos de entradas y salidas de almacén.

2.6.2 Intervención de la luminaria por mantenimiento en taller. Luego de que se ha efectuado la organización de la información y verificados los datos de las luminarias, se desarrolla el siguiente instructivo para su reparación:

Tabla 7. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 005

Logo del Operador		Protocolo No. AP-005
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Retiro del brazo	Oficial de Taller	Desajustar la grapa que asegura la luminaria al brazo de fijación, liberándola para efectuar el mantenimiento.
Revisión de luminaria	Oficial de Taller	Colocar la luminaria en la mesa de trabajo o banco de pruebas y efectuar revisión general (inspección de componentes) y limpieza exterior e interior.
Pruebas funcionales	Oficial de Taller	Conectar la luminaria a la red de baja tensión y si no funciona se revisa el

		estado de la bombilla, portabombilla, arrancador, balasto, soporte, condensador, alambre de alimentación, base y fotocelda.
Cambio de elementos	Oficial de Taller	Si alguno de los elementos, luego de las pruebas funcionales se encuentran averiados o en mal estado, se procede a cambiarlos, utilizando para cada tipo de luminaria los materiales adecuados según su potencia. Se procede a registrar en el control de reparación de luminarias y en el reporte de luminarias en mantenimiento.
Instalación de fotocelda	Oficial de Taller	Si la luminaria no tiene perforación en la base para conectar la fotocelda se procede a elaborarla para instalar la base con su fotocelda.
Control de reparación	Oficial de Taller	Luego de efectuada la reparación, se deja encendida la luminaria durante diez (10) minutos, como prueba funcional y control del mantenimiento efectuado.
Ensamble de luminaria	Oficial de Taller	Las luminarias deben ensamblarse totalmente como de acuerdo con los procedimientos o instructivos establecidos y conocidos.
Codificación de luminaria	Oficial de Taller	La luminaria que llegue al taller sin numeración, se debe marcar según el consecutivo. Posteriormente se efectúa el registro en el formato de control de códigos asignados para las luminarias.
Acabados en luminaria	Oficial de Taller y Supervisor Técnico	Luego de ser reparada la luminaria se pintará del color correspondiente según el tipo de ser necesario. Así mismo si se observa deterioro del brazo, el mismo debe ser pintado o en su defecto cambiado. La luminaria debe salir en óptimas condiciones de codificación, funcionamiento, limpieza y pintura para ser ubicada en el área de salida de las luminarias y su posterior instalación. El supervisor debe verificar que las luminarias cumplan con lo estipulado, de acuerdo con los estándares de calidad establecidos por norma.
Entrega de luminarias	Supervisor Técnico Oficial de Iluminación Almacenista y Vigilante	Cuando se entregan luminarias reparadas a las cuadrillas fuera del horario normal de trabajo, será el vigilante de la bodega quien realice la entrega, diligenciando el formato de salida de luminarias, requiriendo la firma del oficial de iluminación respectivo. Además estos elementos pueden ser entregados por el supervisor cuando se programan trabajos nocturnos con las cuadrillas.

2.6.3 Intervención de los fotocontroles en taller. En las avenidas principales es muy usual instalar un fotocontrol para determinado grupo de luminarias, en lugar de fotoceldas individuales, estos dispositivos salvo una avería menor que pueda ser atendida directamente por la cuadrilla en sitio, deberá desmontarse y ser trasladado al taller para su intervención. Luego de que el fotocontrol ingresa al taller se realiza el siguiente instructivo para su reparación:

Tabla 8. Protocolo de mantenimiento correctivo No. 006

Logo del Operador		Protocolo No. AP-006
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Recibo de fotocontrol	Oficial de Iluminación y Oficial de Taller	Recibir en el taller el fotocontrol y registrar en el formato control de entradas y salidas de fotocontroles en taller. Recibir los formatos orden de servicio y reporte de luminarias en mantenimiento especificando claramente que se trata del mencionado dispositivo.
Revisión de fotocontrol	Oficial de Taller	Colocar el fotocontrol en el banco de prueba o mesa de trabajo, efectuar revisión general y limpieza.
Pruebas funcionales	Oficial de Taller	Conectar el fotocontrol a la red de alimentación eléctrica; si no funciona se debe revisar minuciosamente el estado de cada uno de sus elementos o componentes internos: (base, bobina, bornes, cableado, conexiones, contactor, interruptor automático termo magnético y fotocelda).
Cambio de elementos	Oficial de Taller	Si alguno de los elementos descritos se encuentra averiado o en mal estado, se debe proceder a cambiarlo por otro nuevo de similares características.
Control de reparación	Oficial de Taller	Luego de que el daño sea reparado se deja operando el fotocontrol durante diez (10) minutos como prueba funcional y control del mantenimiento efectuado.
Codificación de fotocontrol	Oficial de Taller	El fotocontrol que ingrese al taller sin numeración, se marca según el consecutivo.
Acabados en fotocontrol	Oficial de Taller y Supervisor Técnico	Todos los fotocontroles, deben salir del taller en óptimas condiciones funcionamiento, limpieza y pintura.
Diligenciamiento de los formatos	Oficial de Taller y Supervisor Técnico	Todos los arreglos efectuados en el fotocontrol, se registran en el control de entradas y salidas de fotocontroles en el taller, así como en el reporte de luminarias en mantenimiento.

Tiempo de reparación	Ingeniero de Mantenimiento y Supervisor Técnico	Todo el proceso de mantenimiento o reparación de un fotocontrol debe tener una duración máxima de dieciséis (16) horas hábiles.
Entrega de fotocontrol	Oficial de Iluminación y Oficial de Taller	El fotocontrol mantenido, se coloca en el sitio de la bodega donde se almacena para posteriormente ser instalado.
Entrega de luminarias	Supervisor Técnico Oficial de Iluminación Almacenista y Vigilante	Cuando se entregan fotocontroles reparados a las cuadrillas fuera del horario normal de trabajo, será el vigilante de la bodega quién realice la entrega, diligenciando el formato de salida de fotocontroles, requiriendo la firma del oficial de iluminación respectivo. Además estos elementos pueden ser entregados por el supervisor cuando se programan trabajos nocturnos con las cuadrillas.

2.7 VANDALISMO

Infelizmente y debido a las condiciones socio económicas características de algunos municipios o distritos del país, se presenta afectación de la infraestructura de alumbrado público por acción de hechos vandálicos, ocasionando generalmente la pérdida de la funcionalidad en los dispositivos. Casos como hurto de luminarias y cables, destrucción de bombillas y luminarias y derribamiento de postes, deben ser atendidos por el mantenedor asignado; es decir que debe disponerse dentro de los presupuestos, un rubro para este tipo de contingencias en la misma forma como para los imprevistos por acciones o embates de la naturaleza (inundaciones, incendios, sismos, descargas atmosféricas, etc.). En este sentido se han puesto en práctica algunas situaciones de mejoras como la ubicación de mallas metálicas en las luminarias y la sustitución de alambres y cables de cobre por otros de aluminio, los cuales sin embargo no son suficientes pero ayudan a disminuir el impacto generado por los hechos vandálicos descritos. En las figuras Nos. 9 y 10, se muestran casos típicos de vandalismo sobre la infraestructura como son daño en cubiertas de luminarias ornamentales y hurto de elementos y cables.

Figura 9. Vandalismo sobre una luminaria ornamental de un parque



Figura 10. Hurto de una luminaria de la infraestructura de alumbrado público



3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A pesar de que como se mencionó en el capítulo anterior, es más favorable económicamente para los operadores del sistema esperar la falla en el equipo, existen algunas actividades de mantenimiento preventivo sobre la infraestructura que garantiza un mayor tiempo entre fallas, la prolongación del tiempo de vida útil de algunos elementos, así como mayor continuidad en la prestación del servicio. A continuación se describen algunas de estas actividades preventivas sujetas de programación cíclica o periódica.

3.1 DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PLANEADO

El mantenimiento preventivo, consiste en la inspección periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a falla y la corrección antes que esto ocurra. Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.⁷

La aplicación de instrumentos avanzados y básicos en mantenimiento, deriva en el conocimiento de las fallas y de su causa raíz, con todas sus connotaciones asociadas, tales como: características, situaciones propias y de ambiente donde se da, periodicidad, ocurrencia, medidas, soluciones, síntomas, causas básicas e inmediatas, modos de falla, función que se afecta, falla funcional presente, etc., permite planear en el tiempo cuando debe hacerse la reposición o reconstrucción del elemento antes de que entre en modo de falla por cuerpo o por función. El parámetro de medición para determinar el momento del cambio físico (o

⁷ González Bohórquez Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2007.

reconstrucción) o de su ajuste funcional se haga en términos tales como: horas de servicio, cantidad de desgaste, unidades producidas, velocidades alcanzadas, consumo, valor de alguna variable de condición, etc. Posteriormente y una vez conocida la cifra previa del parámetro se programa y se realiza la acción preventiva antes de que alcance la condición fuera del estándar, en ese momento se interviene y se realiza la tarea preactiva de falla, que se conoce como preventiva.⁸

El mantenimiento preventivo es la actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones con el fin de garantizar que la calidad del servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.⁹

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección periódica del aparato o dispositivo y en su reparación o sustitución, incluso aunque no muestre signos de mal funcionamiento. De este modo se intenta conseguir que la tasa de fallos se mantenga constante en la etapa de operación normal o de fallos aleatorios, antes de la entrada en la etapa final de desgaste o envejecimiento.¹⁰

3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COMPONENTES

A pesar de que como se ha observado en los numerales anteriores, en las infraestructuras de alumbrado público el mayor porcentaje de actividades de mantenimiento corresponden a reactivas o correctivas, también existen algunos procedimientos y tácticas del mantenimiento preventivo que puede ser puestas en práctica, obteniendo notables resultados en la prolongación del funcionamiento de los dispositivos y sobre todo en lo referente a la continuidad en la prestación del servicio, que a la vez se constituye en uno de los pilares fundamentales de la actividad, ya que a pesar de no ser domiciliario el alumbrado es un servicio público

⁸ Mora Gutiérrez Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG. Medellín. 2008.

⁹ Dounce Villanueva Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. Editorial Continental. México. 1998.

¹⁰ Tamayo Domínguez Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008.

y su razón de ser es la satisfacción de los usuarios (clientes). A continuación se describen algunos de los procedimientos más utilizados en este campo.

3.2.1 Bulbo exterior de la bombilla agrietado o figurado. Si el aire entra en el bulbo exterior, el tubo de arco puede continuar trabajando aproximadamente cien (100) horas antes que se produzca la falla. Es necesario revisar si el bulbo está roto donde se une la base o casquillo, debido a la fuerte presión en el momento de colocar la bombilla en el portabombillas o si existen rayaduras producidas por el portabombillas. Además, observar si el tubo de arco no está roto o si existe alguna parte de metal desprendida. El bulbo roto causará la oxidación de las partes metálicas. En las bombillas de sodio de alta presión el depósito de material oscuro, cerca del cuello del bulbo se volverá blanco o desaparecerá. En cualquiera de los casos se debe reemplazar la bombilla.

Figura 11. Bombillas con el bulbo exterior, fisurado o agrietado



3.2.2 Alta descarga en la bombilla. El funcionamiento químico de una bombilla defectuosa, algunas veces causa que ésta demande mayor tensión de la que el balasto puede suministrar, generando que la bombilla se apague y se encienda en forma cíclica (intermitencia). En este caso se debe reemplazar la bombilla por otra nueva de iguales especificaciones técnicas.

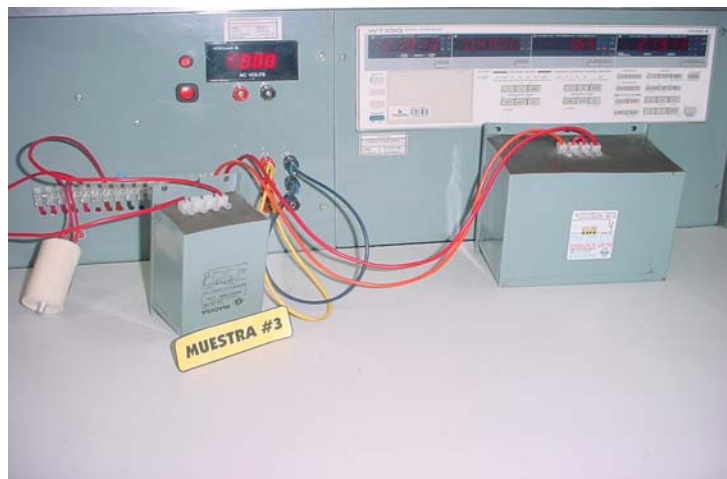
3.2.3 Extinción de la vida útil de la bombilla (sodio alta presión). Debido a que la bombilla de sodio a alta presión permanece encendida durante largos periodos de tiempo, su tensión de operación tiende a incrementarse. Esta tensión puede llegar a valores en donde el balasto no puede sostener la carga de la bombilla. Cuando esto sucede, la bombilla mostrará características de cícleo encendiéndose y apagándose (intermitencia). Se debe reemplazar la bombilla después de verificar la tensión de circuito abierto del balasto, así como la tensión normal de operación de la bombilla a su tensión nominal.

3.2.4 Fluctuaciones de tensión (voltaje) en la red eléctrica. Cuando hay deficiencias en la regulación de tensión de la red, es posible sobre todo en las horas de la madrugada tener altas tensiones que ocasionan un aumento en la corriente de la bombilla, aumentándose el desgaste en los electrodos del tubo de descarga y causándose con ello una disminución de la vida útil de la bombilla. Debe asegurarse que no existan falsos contactos, malas conexiones o cargas ajenas al sistema de alumbrado conectadas a la línea, tales como motores o máquinas de soldar. Luego se deben efectuar mediciones de tensión programadas a diferentes horas de la noche, para de esta manera determinar cual debe ser la posición más adecuada del cambiador de tomas del transformador y ajustarlo, para que con esto se garantice un mejor desempeño de las luminarias de alumbrado público instaladas.

3.2.5 Balasto inadecuado. Con las bombillas de vapor de mercurio, un balasto inadecuado causará intermitencia o una operación errática. Las bombillas de sodio de alta presión, ciclearán si el balasto no proporciona la suficiente tensión de circuito abierto para el sostenimiento de la bombilla y esto sucede generalmente cuando la bombilla de sodio llega al final de su vida útil. Una discontinuidad en el alambrado del balasto, también puede causar la intermitencia. Se debe comprobar la tensión de circuito abierto del balasto y la tensión de alimentación de la luminaria. En caso de determinar un balasto no adecuado, debe ser cambiado.

3.2.6 Tensión incorrecta en el balasto. Comprobar que la tensión de alimentación del balasto y la tensión seleccionada en la derivación del mismo coincidan. Si el balasto no cuenta con derivaciones, comprobar el rango de tensión de alimentación al balasto, revisar sus conexiones y el contacto en el portabombillas. Comprobar los parámetros proporcionados a la salida del balasto, asegurándose que cumplan con los requerimientos de la bombilla. Si la tensión y la corriente no se estabilizan en 5 o 10 minutos, tiempo de calentamiento, los parámetros proporcionados por el balasto son incorrectos. Comprobar si el alambrado al condensador es el adecuado. Un balasto inadecuado causa que la bombilla falle prematuramente. En la figura No. 12 se muestran las pruebas eléctricas a un balasto en fábrica.

Figura 12. Prueba de balastos en el laboratorio de un fabricante



Fuente: Laboratorio de Industria Andina de Iluminación. - INADISA

3.2.7 Acumulación de polvo en la luminaria. La acumulación de material particulado, polvo, contaminantes, etc., ocasiona la disminución de la eficiencia luminosa de la luminaria, así como otros efectos de deterioro en cada uno de sus componentes. Se deben programar brigadas periódicas de limpieza de las luminarias en los sectores municipales o distritales donde se presente con mayor intensidad este fenómeno.

3.2.8 Cambio de color de las bombillas. El cambio en el color de las bombillas de un mismo tipo o grupo, puede ser ocasionado por las causas tales como envejecimiento, variación en las cantidades de materiales en el tubo de arco (tolerancia de fabricación), variaciones en las superficies y acabados de los reflectores. El reemplazo individual, puede mostrar diferencias notables en el color de las bombillas. Es recomendable efectuar la reposición colectiva de las bombillas para minimizar.

3.2.9 Ennegrecimiento del tubo de arco o deformación del mismo. El fenómeno de ennegrecimiento del tubo de arco de la bombilla o su deformación pueden ser producidos por que la bombilla se encuentra operando con un balasto de superior potencia (sobrevatiage), excesiva corriente o tensión, un condensador en cortocircuito o por problemas con el reflector de la luminaria. En estos casos se recomienda, comprobar la potencia del balasto en concordancia con la bombilla, verificar la tensión de entrada y salida del balasto, revisar la integridad del condensador y la posición de operación de la bombilla. Si se detectan anomalías en algún componente, éste debe ser cambiado por otro nuevo.

3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUMINARIAS Y REFLECTORES

La conservación de toda instalación es básica para el óptimo desempeño de la misma y para el incremento de su vida útil. Las instalaciones de alumbrado público requieren fundamentalmente la limpieza de la suciedad o contaminación que se acumula en las bombillas, reflectores y refractores de las luminarias, ya que esto contribuye a la depreciación del sistema de alumbrado público; además la larga vida útil de las bombillas de descarga en gas (20000 horas aproximadamente) obligan a que periódicamente se efectúen programas de limpieza de las luminarias, independiente de la necesidad del cambio de las bombillas. Un período razonable de limpieza en zonas de polución media o muy polucionadas es de por lo menos una vez al año y como máximo cada dos años. En sitios de polución excesiva la limpieza debe hacerse con mayor frecuencia.

Las cuadrillas deben disponer de paños o estopa, detergentes y esponjas necesarios para los trabajos de limpieza. Los detergentes no deberán ser ni muy ácidos ni muy alcalinos para limpiar los reflectores de aluminio. Las superficies de los vidrios refractores deberán ser aseadas con virutas finas de acero frotándolas posteriormente con un paño o estopa limpia y seca. El uso de determinado tipo de detergente puede alterar la estabilidad física y afectar la transparencia de los refractores acrílicos, no así en los que son fabricados con vidrio. La importancia de efectuar trabajos programados de limpieza periódica en las instalaciones de alumbrado público radica en que la mayor pérdida del flujo luminoso, se debe principalmente a la suciedad, polvo y polución que se acumula en las bombillas y luminarias, la cual puede representar entre 30% y 40% de los valores iniciales en cuanto a los niveles de iluminación de una instalación. Cuando se efectúe el cambio de una bombilla, se debe limpiar el reflector de la luminaria, verificar que la luminaria esté bien asegurada al soporte y que esté bien instalada (nivelación), verificar la adecuada orientación del elemento fotosensible (fotocelda). También, se debe garantizar la hermeticidad del cierre del conjunto óptico de la luminaria, en el caso de luminarias que son cerradas. Cuando se realicen reemplazos de las luminarias, se debe tener en cuenta efectuar su cambio por luminarias de las mismas o similares características fotométricas, preferiblemente de la misma referencia (marca), conservando el diseño de la vía.

Figura 13. Mantenimiento preventivo de luminarias y reflectores



3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CIRCUITOS EXCLUSIVOS

En la mayoría de los casos, las redes o circuitos eléctricos exclusivos de alumbrado público son muy escasos, ya que comúnmente se disponen las alimentaciones de las luminarias directamente de las redes eléctricas de baja tensión del distribuidor o comercializador local. No obstante, para aquellos elementos propios de la infraestructura se pueden tomar algunas acciones o programas de carácter preventivo que contribuyan eficientemente en la continuidad del servicio, así como en la prolongación de los activos.

Figura 14. Transformador de distribución exclusivo de alumbrado público



3.4.1 Mantenimiento preventivo de las redes eléctricas. El mantenedor de la infraestructura de alumbrado público, debe elaborar un programa de mantenimiento preventivo cíclico (cada 6 meses) con base en el inventario de las redes a su cargo, el cual contemple la revisión de los aisladores (flameos, porosidad, fisuramiento), herrajes (oxidación), elementos de fijación, postes (desplome, hormigones, fractura) y conductores (desgaste y fractura); despeje de la vegetación sobre el corredor de seguridad del circuito para evitar los cortocircuitos a tierra y entre fases. Si durante la ejecución del mantenimiento preventivo se detectan algunas anomalías se debe proceder a efectuar las correcciones o en su defecto elaborar la valoración técnica – económica de su reposición o cambio para evitar posibles fallas futuras.

3.4.2 Mantenimiento preventivo de los transformadores de distribución.

Regularmente el número de los transformadores de distribución exclusivos en la infraestructura de alumbrado es bajo; no obstante, el mantenedor debe incluir estos dispositivos de alto costo dentro del programa de mantenimiento preventivo, ejecutando actividades periódicas semestralmente tales como: inspección de su integridad, revisión y coordinación de las protecciones, ajuste de las conexiones, mediciones de cargabilidad (tensión y corriente), conexiones de puesta a tierra y limpieza general. Así mismo, es necesario como lo recomiendan los fabricantes, realizar pruebas eléctricas (aislamiento y resistencia de los devanados) y físico – químicas (cromatografías de gases y rigidez dieléctrica) que permitan establecer el estado interior del transformador en sus componentes principales como los devanados (arrollamientos) y el aceite dieléctrico; estas pruebas se realizan con equipos especializados y trasladando muestras al laboratorio; por su costo se recomienda efectuarlas cada año o máximo cada dos (2) años.

3.5 MEJORAS DE LA INFRAESTRUCTURA

En las infraestructuras de alumbrado público municipales o distritales, se deben adelantar una serie de mejoras encaminadas principalmente a mejorar el nivel de eficiencia nocturna, actualizar los inventarios, disminuir los costos por operación y mantenimiento y satisfacer las necesidades de los usuarios. Las definiciones de cada uno de los parámetros de mejora, se encuentran en el capítulo 1 de este documento y a continuación se describen los criterios más importantes que deben ser tenidos en cuenta para adelantar estas actividades.

3.5.1 Criterios para la repotenciación. Como se definió en el capítulo 1, la repotenciación es el cambio de las luminarias de fuentes luminosas como el vapor de mercurio, incandescentes, luz mixta, metal halide y otras no convencionales, por sus equivalentes en alta de presión de sodio. En el documento SGE-26-96 del INEA denominado **“guía de procedimientos para la eficiencia energética en alumbrado público”**, se relacionan las equivalencias eficientes por potencia entre

las luminarias de diferentes fuentes, parámetro que sirve de modelo a seguir cuando de efectuar el cambio de las luminarias se trate. En términos generales, se puede determinar que los criterios a seguir cuando se va a desarrollar un programa de repotenciación en alumbrado público son el documento mencionado y la clasificación del tipo de vía o sector público de acuerdo con la norma NTC900 para por un lado efectuar un uso racional y eficiente de la energía y un nivel adecuado de iluminación. En la figura No. 15 se observan luminarias de fuente luminosa vapor de mercurio, que deben ser cambiadas por repotenciación.

Figura 15. Luminarias de vapor de mercurio para repotenciar



3.5.2 Criterios para la modernización. En la gran mayoría de los municipios se encuentran infraestructuras de alumbrado público que observan niveles de ineficiencia diurna y nocturna, obsolescencia en el parque de luminarias instaladas y carencia de inventarios actualizados. Las pretensiones que se tienen con la modernización, son desmontar las luminarias de sodio de alta presión que se encuentren en buen estado para efectuar el mantenimiento preventivo, instalación de base con fotocelda (control automático), codificación e ingreso al inventario. En la figura No. 16, se observan luminarias de fuente luminosa sodio de alta presión, que fueron modernizadas y codificadas.

Figura 16. Luminarias de sodio de alta presión modernizadas



3.5.3 Criterios para la reposición. En ciertas infraestructuras de alumbrado público, se encuentran luminarias que a pesar de que su fuente luminosa es sodio de alta presión, presentan alto grado de deterioro, obsolescencia, vejez e inclusive sobredimensionamiento en cuanto a su potencia. La luminaria que presenta alguna de estas características, debe ser repuesta o cambiada por una nueva, ajustándose a la normatividad técnica (norma NTC900). La operación anterior debe generar la novedad en el inventario definitivo, excluyendo la potencia y características de la luminaria retirada e incorporando las que presente el nueva instalada. En la figura No. 17 se muestran luminarias para su reposición.

Figura 17. Luminarias de sodio de alta presión para reposición



3.5.4 Criterios para la Ampliación. La ampliación corresponde al suministro e instalación de luminarias nuevas de alta presión de sodio donde existe la infraestructura necesaria (postes y redes eléctricas de baja tensión). El criterio para decidir si se efectúa la ampliación de la infraestructura está ligado exclusivamente a cumplir con los niveles de iluminación establecidos en la norma técnica (NTC900, RETILAP). Cualquier otro parámetro fuera del técnico no debe ser considerado como válido ya que se incurriría en sobre iluminación asociado al mayor consumo de la energía eléctrica y por consiguiente mayores costos de operación y mantenimiento a futuro.

3.5.5 Criterios para la Expansión. Es responsabilidad de las administraciones municipales (alcaldías o distritos) o de sus delegados, realizar la construcción, suministro e instalación de nueva infraestructura del alumbrado público (redes eléctricas de media y baja tensión y luminarias), en asocio con el desarrollo vial o urbanístico del municipio o por el redimensionamiento del sistema existente. En los nuevos proyectos urbanísticos (viviendas, parques, escenarios deportivos, etc.), será responsabilidad del constructor suministrar e instalar la totalidad de esta infraestructura, la cual será entregada al administrador del alumbrado público e incorporada al inventario.

4. GESTIÓN AMBIENTAL

Durante el desarrollo inherente a la administración, operación y mantenimiento de las infraestructuras del alumbrado público municipal, se presentan acciones que son contaminantes e impactantes sobre el medio ambiente, tales como equivocados manejos de los desechos, manipulación inapropiada de sustancias o elementos peligrosos y afectación de la vegetación nativa. Además de lo anterior, se han efectuado estudios e investigaciones las cuales determinaron que por la instalación del alumbrado público se produce la contaminación lumínica, generada por la radiación hacia la atmósfera de las bombillas, debido a su grado de inclinación en algunos casos superior a 15° con respecto al plano horizontal.

Figura 18. Imágenes de municipios con y sin contaminación lumínica



Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

4.1 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La expansión del servicio de alumbrado público produce grandes ventajas en seguridad vial y ciudadana. Ese es el punto más favorable en el desarrollo de la luminotecnia; pero en las últimas décadas ha generado un problema de contaminación lumínica nocturna, que en algunas ciudades ha llegado a límites inadmisibles. La contaminación luminosa es ante todo, costosa; significa más

energía eléctrica consumida de manera inútil, y por tanto va en contra del desarrollo sostenible de los pueblos. La contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno, producto ante todo, de un diseño inadecuado; por lo que su solución se puede dar igualmente en la etapa de diseño de los nuevos proyectos o expansiones o corrigiendo los existentes.

En menor grado de impacto, se presenta el riesgo de cambios fisiológicos que puedan alterar las condiciones de visión, debido a la necesidad de adaptación del ojo a la iluminación artificial (cuando el hombre lleva miles de años adaptado a la luz natural). Este riesgo aumenta para las futuras generaciones en razón a la mayor exposición e incorporación de la luz artificial a la vida cotidiana. Debe distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de las fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz artificial. En este último caso, tienen que considerarse las emisiones directas hacia arriba de diversas fuentes de luz artificial, así como la radiación reflejada por las superficies iluminadas por dichas fuentes de luz. El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica, da lugar a que se incremente el brillo del fondo natural del cielo, dificultando las observaciones astronómicas de los objetos celestes. La limitación del resplandor luminoso nocturno significa reducción de la emisión de luz hacia arriba, que no resulta útil en el alumbrado de vías, lo que implica mayor ineficiencia energética en la instalación.¹¹ Sus principales características son:

- ➔ La luz de las luminarias no se dirige hacia las calzadas y zonas adyacentes.
- ➔ En la oscuridad de la noche disminuye el contraste por efecto de la polución y como consecuencia pueden desaparecer las estrellas y los demás astros, que en condiciones normales serían visibles.
- ➔ Continuo desperdicio de energía eléctrica y lumínica.

¹¹ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

No se debe confundir el intento de minimizar la contaminación lumínica con la idea de dejar ciudades con una iluminación deficiente. Al contrario, las acciones llevadas a cabo para reducir la contaminación lumínica suelen llevar asociadas una mejora de la calidad de la iluminación ambiental.

Figura 19. Contaminación lumínica producida por un centro penitenciario



Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

4.1.1 Orígenes de la contaminación lumínica. La contaminación lumínica puede originarse principalmente por los siguientes factores:

- ➔ La utilización de luminarias con globos sin reflector.
- ➔ La inadecuada distribución del flujo luminoso de las luminarias en especial las ornamentales y proyectores.
- ➔ La falta de control sobre la iluminación decorativa en edificios.
- ➔ Anuncios publicitarios mal diseñados e instalados.
- ➔ Inadecuados diseños de luminarias ornamentales.
- ➔ La reflexión de vías y de elementos que hacen parte del mobiliario urbano.

4.1.2 Efectos de la contaminación lumínica. Son variados los efectos producidos por la contaminación lumínica sobre el medio ambiente dentro los cuales se destacan los siguientes:

- ➔ Efecto sobre el cielo: Pérdida de percepción de estrellas y astros.
- ➔ Efectos medioambientales: Sobre la vida de los animales, en especial las aves, que huyen de las ciudades para encontrar oscuridad.
- ➔ Efectos sobre el ritmo biológico de las personas: Los ritmos circadianos (de vigilia y de sueño) son los más afectados por la exposición a la luz, trastornos de la personalidad, insomnio, depresión y estrés se incrementan por un uso inadecuado de iluminación.
- ➔ Intromisión en la vida privada de las personas: Al iluminar las fachadas y ventanas de los edificios con la luz no dirigida hacia el suelo.
- ➔ Incomodidad e Inseguridad vial: El deslumbramiento, es decir, la pérdida de visibilidad de los conductores y peatones, aumentando la probabilidad de accidentes.
- ➔ Sobre costo en el suministro de energía eléctrica para iluminación: Se gasta flujo luminoso en áreas que no es necesario iluminar.
- ➔ Inseguridad ciudadana: La mala iluminación, en especial debido a luminarias mal ubicadas, prismáticas, globos, proyectores orientados hacia las casas y plazas, producen deslumbramiento.

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

a) Intrusión lumínica. Se produce cuando la luz artificial procedente de las luminarias entra por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos de las actividades humanas. Se origina cuando se utilizan luminarias con esféricas tipo globo sin reflector ó proyectores y luminarias que no controlan el flujo luminoso por encima de la horizontal.

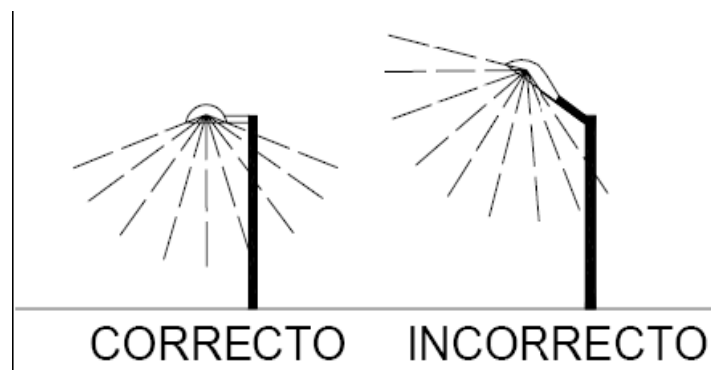
- b) Difusión de luz hacia el cielo. Se produce por la difusión de la luz por parte de las moléculas del aire y del polvo en suspensión. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo. Esta es una manifestación de la contaminación lumínica especialmente evidente durante las noches nubladas, cuando las nubes lucen con intensidad por encima de las zonas urbanas.
- c) Deslumbramiento. Se produce cuando las personas que transitan por la vía pública, pierden la percepción visual; y es ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes.
- d) Contraste. La visibilidad de un objeto situado sobre un fondo, depende de la diferencia de las luminancias entre el objeto y el fondo.

4.1.4 Disminución de la contaminación lumínica. Para reducir o minimizar el impacto de la contaminación lumínica se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Realizar buenos diseños e interventoría.
- b) Se sugiere que las luminarias a emplear en alumbrados peatonales, los faroles artísticos, aparatos históricos, etc., estén provistos de bloque óptico, de forma que al tiempo que se controla la emisión de luz en el hemisferio superior, se aumente el factor de utilización en el hemisferio inferior.
- c) Utilizar luminarias y proyectores que dirijan el flujo lumínico hacia el área a iluminar y para ello la distribución de su flujo luminoso deberá ser la adecuada para obtener la máxima eficiencia energética de la instalación.
- d) Controlar la iluminación en el alumbrado de monumentos, parques deportivos y edificios administrativos, oficiales y gubernamentales. En el caso de proyectores, además de cuidar con esmero su apuntamiento, se debe prever la instalación de rejillas paralúmenes y otros dispositivos que controlen la dirección del flujo luminoso emitido, reduciendo el deslumbramiento y la contaminación luminosa.

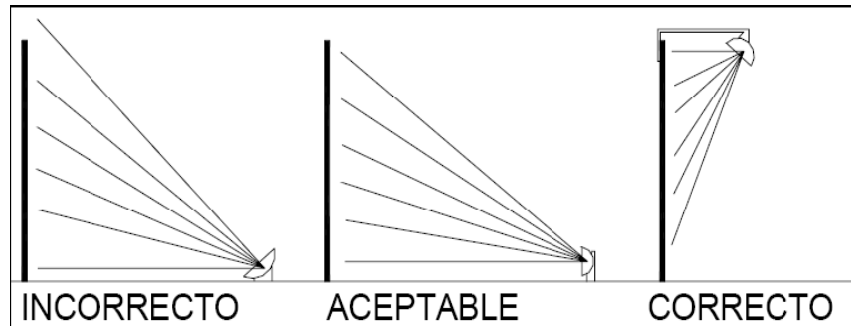
- e) Utilizar luminarias o soportes de luminarias que controlen el flujo luminoso enviado por encima de la horizontal.
- f) En los proyectores empotrados en el piso, utilizar rejillas antideslumbrantes y reflectores capaces de controlar con precisión la emisión lumínica.
- g) Dirigiendo la luz en sentido descendente y no ascendente, siempre que sea posible, especialmente en iluminación de fachadas y monumentos.
- h) Eliminando las luminarias en forma de globo que no tengan reflector.
- i) Utilizando los criterios de deslumbramiento indicados en la Norma CIE-115; es decir dirigiendo hacia abajo el haz de los rayos, manteniéndolos por debajo de 70°. Si se eleva la altura de montaje, debería disminuirse el ángulo de haz luminoso.
- j) Apagar las iluminaciones publicitarias y ornamentales a partir de una hora determinada.
- k) Dirigir la luz en sentido descendente y no ascendente, sobre todo en iluminación de edificios y monumentos.
- l) No usar luz en exceso, cumplir las normas que determinan los niveles recomendables para iluminar casi todas las tareas.
- m) Utilizar en el alumbrado público luminarias con valores mínimos de emisión de luz por encima de la horizontal.

Figura 20. Formas de instalación de las luminarias



Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

Figura 21. Formas de instalación de los reflectores



Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

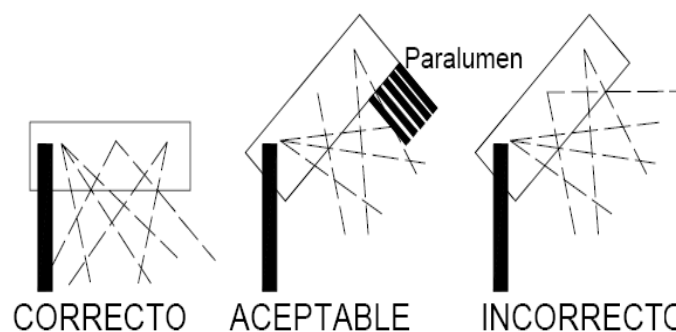
4.1.5 Variaciones temporales de los niveles de iluminación. En las vías de tráfico, zonas peatonales, carriles bicicletas pueden reducirse los niveles luminosos a ciertas horas de la noche, siempre que quede garantizada la seguridad de los usuarios. En puntos concretos con elevados porcentajes de accidentalidad nocturna, zonas peatonales con considerable riesgo de criminalidad etc., se recomienda por razones de seguridad no llevar a cabo variaciones temporales de los niveles de iluminación. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad de tráfico y para el movimiento peatonal. La reducción de los niveles luminosos mediante apagado de puntos de luz no es recomendable, y en el supuesto de utilizar dicho procedimiento, deben mantenerse las uniformidades mínimas establecidas en las normas técnicas respectivas. La reducción con sistemas de regulación se estima que es el procedimiento más adecuado ya que evita zonas de sombra y muros de luz que dificultan la visión manteniendo las uniformidades.¹²

4.1.6 Características para el adecuado montaje de las luminarias. Para adoptar las soluciones que permitan disminuir ostensiblemente los efectos producidos por la contaminación lumínica, tiene que considerarse el tipo de luminaria a utilizar su altura de montaje y su implantación de la forma siguiente:

¹² Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

- ➔ No deben emplearse en la iluminación de edificios y fachadas o monumentos, proyectores que no permanezcan ocultos a la visión directa.
- ➔ Lo mismo es aplicable a las instalaciones de alumbrado de zonas deportivas que se realizan con proyectores.
- ➔ En alumbrado público, debería evitarse el uso de postes de gran altura, salvo cuando otras exigencias así lo aconsejen.
- ➔ En alumbrado público, no deben emplearse luminarias que emitan un determinado porcentaje de luz por encima del plano horizontal de las mismas.
- ➔ Para que el deslumbramiento sea mínimo, dirigir hacia abajo el haz de los rayos luminosos manteniéndolo por debajo de 70°. Si se eleva la altura de montaje debería disminuirse el ángulo del haz de los rayos luminosos.
- ➔ Dado que en lugares con niveles de luz ambiental baja el deslumbramiento puede ser muy molesto, se deberá cuidar con esmero el posicionamiento y el apuntamiento u orientación de los aparatos de iluminación.
- ➔ Cuando resulte posible, se recomienda implantar luminarias o proyectores con reflector asimétrico que permitan mantener su cierre frontal paralelo a la superficie horizontal que se quiere iluminar.

Figura 22. Instalación de luminarias con paralumen corrector



Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

Las fuentes luminosas existentes deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, de

acuerdo a lo siguiente: las fuentes existentes destinadas al alumbrado de vías públicas, al momento de ser sustituida la luminaria y en todo caso cualquier luminaria deberá cumplir con los requisitos descritos en la norma de emisión a más tardar en el plazo de seis años a contar de su entrada en vigencia. Las fuentes nuevas deberán cumplir con esta norma de emisión establecida en el mencionado reglamento técnico (RETILAP), en el momento que sean instaladas. En los programas de modernización de alumbrado público se debe contemplar el reemplazo de aquellas instalaciones que producen contaminación lumínica.

4.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental consiste en el diseño de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación para contrarrestar y minimizar los impactos ambientales que puedan ser ocasionados por la ejecución de las actividades de mantenimiento, remodelación o construcción de redes de alumbrado público, el cual debe estar conforme a la legislación vigente. El operador del sistema de alumbrado público debe tener el Plan de Manejo Ambiental, aprobado por la autoridad ambiental competente, en los apartes pertinentes al servicio de alumbrado público, con el fin de verificar su aplicación y cumplimiento por parte de Interventoría del servicio.

4.2.1 Fases del Plan de Manejo Ambiental. El PMA tiene como objetivo general establecer la naturaleza y característica de los efectos causados por la construcción, operación, mantenimiento y retiro de elementos de la infraestructura de alumbrado público, implementando los programas y medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos negativos que puedan ser causados por la ejecución de estos proyectos sobre el medio ambiente y la comunidad. Los objetivos específicos que se deben tener en cuenta en la elaboración del Plan de Manejo Ambiental son:

➔ Aplicar políticas y Normas Técnicas Ambientales.

- ➔ Identificar, describir y evaluar los impactos que pueden ser causados por la construcción, operación y mantenimiento de los proyectos de alumbrado.
- ➔ Identificar y diseñar las posibles alternativas de manejo para cada uno de los impactos negativos en el medio ambiente, que se deriven para beneficio social y ambiental en su área de influencia.
- ➔ Identificar y definir los sitios donde se aplicarán las medidas y acciones recomendadas a seguir.
- ➔ Elaborar el plan de contingencia evaluando los riesgos que se puedan presentar durante la ejecución de los proyectos, formulando los lineamientos para su manejo.
- ➔ Crear los mecanismos de ejecución y control de los trabajos a ejecutar como medidas de mitigación.
- ➔ Obtener los permisos, si fuere necesario, de las entidades ambientales correspondientes.

4.2.2 Normatividad ambiental vigente. Las principales disposiciones legislativas a ser tenidas en cuenta son: Resolución 2309 de 1986 del Ministerio de Salud: Indica los residuos especiales, los criterios para su identificación, su tratamiento y su registro. Establece planes de cumplimiento, vigilancia y seguridad. Ley 253 de 1996 “El Convenio de Basilea”, por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989. Decreto 1180 del 10 de mayo de 2003: por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Política para la gestión de residuos de Agosto de 1997 del Ministerio de Medio Ambiente, este documento tiene dos componentes: el primero relacionado con el saneamiento ambiental como obligación a cargo del Estado, y que se orienta a establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades en cuanto a la gestión de residuos sólidos, de manera especial a los municipios, involucrando las diferentes estrategias e instrumentos para fortalecer la acción del estado en esta materia; el

segundo, referido a la vinculación que el sector privado tiene en cuanto a la generación de residuos. Decreto 1220 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental. Ley 994 de 2005 de 2005; por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”. Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Guía Técnica Colombiana GTC 24 “Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente”. 1998. En cumplimiento de la legislación, se deben implementar los programas y medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos negativos que puedan ser causados por la ejecución de estos proyectos o mantenimiento de redes de alumbrado público sobre el medio ambiente y la comunidad afectada. En lo pertinente a disposición de residuos y desechos, se deben establecer las condiciones de almacenamiento, manipulación, segregación y disposición de los residuos sólidos, semisólidos y líquidos generados en las actividades de operación, mantenimiento y/o construcción de nuevas redes del servicio de alumbrado público, conforme a la legislación vigente, y debe aplicar a todo tipo de residuos generados por las actividades propias del servicio de alumbrado público.

Figura 23. Luminarias y accesorios retirados de la infraestructura



4.3 CLASIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES

El ciclo de vida de todo producto debe culminar con su disposición final y ésta debe preverse por parte de los diseñadores y fabricantes respectivamente. Las razones para definir tales disposiciones van más allá del cumplimiento o conformidad con una norma. Se hace bien sea por las precauciones a tomar frente al medio ambiente, como consecuencia de alguna traza de contaminación que puedan generarse o bien como posibles formas de reciclaje del elemento como una forma de disposición final. Este reciclaje es común, toda vez que la mayoría de elementos son metalmecánicos, eléctricos, electrónicos y con menor proporción, de otros materiales como el vidrio de silicio, de cuarzo y algunos metales específicos.

4.3.1 Elementos y materiales reciclables. En la disposición de los elementos factibles de reciclar de alumbrado público, algunas piezas pueden reincorporarse en los sistemas de alumbrado público tan solo con un mantenimiento basado en su limpieza. Otras piezas y partes requieren tratamientos más prolongados, pero siempre representan una economía real frente a utilizar materias primas básicas como aluminio y hierro. Es el caso de los refractores, tapas plásticas, tornillería y ganchos de cierres, esta ventaja se logra al utilizar luminarias con alto nivel de intercambiabilidad en sus piezas. Otros elementos presentes en el sistema y que son de fácil reciclabilidad, son los cables y alambres de energía, tanto de aluminio como de cobre. Cuando el cable se retira de la red muy deteriorado, se utiliza como materia prima para los procesos de fundición de aluminio y cobre respectivamente. Los aisladores de porcelana, una vez se confirme el estado del dieléctrico, se reutilizan en la misma red. Si no pasan las pruebas dieléctricas, deben ser destruidos definitivamente con el fin de limitar las posibilidades de cualquier comercio ilegal y evitar el uso no autorizado de esos elementos. Las luminarias, reflectores y cuerpos de aluminio se utilizan como materia prima en la fundición de nuevas piezas, dado que generalmente el contenido de aluminio es superior al 99%. No es conveniente reutilizar reflectores como reensamblaje

debido a la necesidad de garantizar alta eficiencia, la cual se pierde con los golpes que reciba y la pérdida de brillo. En particular, las luminarias de las bombillas de vapor de mercurio deben destruirse una vez retiradas, para evitar a toda costa que vuelvan a ser reutilizadas. Deben ser manipuladas, almacenadas y dispuestas finalmente de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta la prevención y manejo de residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Los balastos tienen posibilidad de reciclarles tanto el cobre del embobinado como el hierro de grano orientado que conforma el núcleo. El cobre se recicla para la elaboración de bronce en los talleres del ramo, al fundirlo con una parte de estaño. El hierro se recicla en la fundición de piezas de hierro colado tales como repuestos y accesorios agrícolas. Es necesario romper la soldadura o separar los componentes del núcleo magnético de los balastos antes de su disposición para reciclaje con el fin de evitar cualquier posibilidad de usarlos de una manera no autorizada.¹³

Figura 24. Reciclaje de balastos encapsulados, cubierta y núcleo laminado



Las bombillas tienen dos componentes principales a reciclar: el latón de sus casquillos y el vidrio de su cubierta exterior. Los casquillos se funden directamente para formar aleaciones de bronce. Este material se utiliza

¹³ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

principalmente como materia prima para fundir pequeñas piezas para el sector eléctrico tales como conectores y contactos, accesorios hidráulicos y sanitarios o piezas de fundición decorativas. El vidrio exterior y los tubos de arco, generalmente conformados en cuarzo, se reciclan utilizándolos como materia prima para conformar nuevos envases y productos de vidrio, a través de su fundición y un proceso de depuración general. El manejo de los desechos de bombillas con contenido de mercurio, debe ser hecho en forma responsable; ya que el mercurio ha sido clasificado como material peligroso para el medio ambiente (EPA, Environmental Protection Agency). Las bombillas con contenido de mercurio deben ser manipuladas, almacenadas y dispuestas finalmente de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mencionado anteriormente, por el cual se reglamenta la prevención y manejo de residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. El personal encargado del retiro de las bombillas de vapor de mercurio debe extremar los cuidados para evitar la rotura de las bombillas, para el transporte estas deben ser envueltas en papel o cartón para evitar que se golpeen entre si y depositadas en cajas o cualquier otro recipiente que pueda contener el mercurio en caso de rotura de la bombilla. Las bombillas de vapor de mercurio de alta o baja presión, nuevas o usadas con vida remanente deben ser almacenadas en lugares determinados, delimitados y separados del sitio asignado para el almacenamiento de otros insumos y en especial de alimentos o elementos utilizados para cocer, servir, almacenar o transportar alimentos. Durante el almacenamiento se deberán extremar las medidas para evitar roturas que ocasionen derrames de mercurio. Las áreas destinadas al almacenamiento de estas bombillas deben estar emplazadas en bodegas bajo techo, piso en concreto y con buena ventilación. Los depósitos deberán contar con todos los elementos de seguridad que permitan prevenir y/o controlar situaciones de riesgo.¹⁴

¹⁴ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Las bombillas de baja presión (tubos fluorescentes) se acopian en un sitio especial para el almacenamiento temporal y posterior exportación, para disposición final en el exterior. La gestión de bombillas de alta presión provenientes del alumbrado público se realiza mediante la segregación de las bombillas para la recuperación de material y extracción del tubo de descarga. Las bombillas fluorescentes compactas serán almacenadas para luego ser enviadas al exterior a empresas especializadas en el reciclaje de este tipo de residuos.

4.3.2 Manipulación de las bombillas de vapor de mercurio. Las bombillas de vapor de mercurio están constituidas por una ampolla de vidrio que al interior contiene los siguientes elementos: Soporte de montaje constituido por vidrio y metal, resistencia de arranque, electrodos, tubo de descarga y casquillo metálico. El mercurio se encuentra dentro del tubo de descarga, que es una ampolla de vidrio cuarzo resistente al calor y a las fracturas. La cantidad de mercurio que se encuentra dentro del tubo de descarga es mínimo y depende de la potencia de la bombilla pero esta entre 15 mg para las bombillas de 125 W hasta 32 mg para las bombillas de 400 W, esto arroja un promedio de 23 mg de mercurio por bombilla.

La segregación de las partes de las bombillas de vapor de mercurio, tiene como objetivo la separación de las partes para su disposición final. Para segregar las partes de la bombilla de vapor de mercurio se rompe la ampolla de vidrio golpeando suavemente cerca al casquillo metálico con un martillo liviano ó elemento apropiado, para dejar expuesto el tubo de descarga. Se debe tener sumo cuidado de no romper el tubo de descarga que contiene el mercurio. A continuación se deben desagregar los diferentes elementos de la bombilla, cortando los alambres que van del casquillo al tubo de descarga con ayuda de un cortafrío.¹⁵ En la figura No. 25, se muestra el reciclaje de bombillas y balastos productor del mantenimiento en alumbrado público.

¹⁵ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Figura 25. Casquillos de bombillas y arrollamientos de cobre reciclados



Los elementos metálicos como el casquillo (una vez destruido), los alambres y el vidrio deben destinarse como materiales reciclables y el tubo de descarga deben almacenarse en contenedores de materiales que no reaccionen con el mercurio, provistos de tapa estanca, hasta su disposición final. El personal encargado del retiro de las bombillas de vapor de mercurio del sistema deberá tener suma precaución para evitar la ruptura de estos elementos. El área de segregación de las bombillas de mercurio debe ser de acceso restringido y provisto de ventilación, los pisos deben ser de materiales no porosos. Nunca deben usarse pisos de madera, no deben existir fisuras, pues en ellas puede quedar mercurio después de un derrame. El área de segregación debe estar retirada de fuentes de agua, sumideros de aguas lluvias y desagües de aguas negras. Los contenedores deben ser etiquetados indicando su contenido y con el distintivo de productos peligrosos de acuerdo con lo indicado en la Norma Técnica Ambiental NTA -405 “Clasificación, Almacenamiento y Segregación de Residuos”.

4.3.3 Recomendaciones especiales de seguridad. Es de gran importancia la capacitación del recurso humano en cuanto a la manipulación de residuos; se debe informar al personal el riesgo del trabajo con mercurio con anterioridad a la manipulación de las bombillas de vapor de mercurio. Trabajar en lugares con buena aireación y ventilación. Mantener limpio el lugar de trabajo. No comer, no

beber ni fumar en el lugar de trabajo o en los cuartos de depósito. No mantener o almacenar alimentos en estos lugares. Evitar el contacto directo con la piel, los ojos y la ropa. No guardar en el mismo sitio la ropa de trabajo y la ropa de calle. Tener en cuenta la higiene personal. En cada interrupción del trabajo y antes de las comidas lavar cuidadosamente con agua y jabón las manos y otras partes de la piel posiblemente contaminadas con mercurio. La disposición final de los tubos fluorescentes y bombillas fluorescentes compactas se realizará en el exterior por parte de empresas especializadas, en donde por medio de procesos físico-químicos se realiza la captura y purificación del vapor de mercurio, para luego ser comercializado como mercurio analítico. La disposición final de los tubos de descarga que contienen el mercurio puede realizarse mediante procesos industriales para reciclar el mercurio y el cuarzo o de inertización del mercurio que permitirá su disposición en relleno sanitario o disponiendo las canecas que los contienen en una celda de seguridad en un relleno sanitario. En el caso de que se derramen gotas de mercurio, durante la manipulación de las bombillas, existen diferentes métodos para recoger el material: mediante succión con goteros para depositarlo en una bolsa de plástico, o cubrirlo con una mezcla 50:50 de azufre e hidróxido de calcio en agua, se deja por 12 horas, se recoge el sólido y se lava con agua la zona afectada, puede usarse azufre solo. Como las bombillas de vapor de mercurio, tubos fluorescentes y otras bombillas que contiene mercurio, al terminar su vida útil se convierten en residuos peligrosos, el suministrador es responsable por la disposición final del residuo, ya que éste se considera como el generador y su responsabilidad subsiste hasta que el residuo peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto adecuadamente con carácter definitivo. Las áreas encargadas de la operación y mantenimiento del servicio de alumbrado serán responsables del correcto manejo del residuo desde el momento que este es generado hasta que es entregado al generador del material o de su disposición final.¹⁶ En la tabla No. 9, se describe el impacto de las actividades más comunes en el alumbrado público.

¹⁶ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Tabla 9. Relación de actividades de alumbrado público y su impacto

Generación y Manipulación de Residuos Sólidos Industriales No especiales (material de Reintegro)	Mantenimiento electromecánico	Carga en Rellenos sanitarios, contaminación del suelo
	Ejecución de Nuevos Proyectos, modificaciones o remodelaciones	
	Remodelación y mantenimiento de alumbrados públicos	Afectación de la comunidad
Generación de Escombros	Mantenimiento de obras civiles	Carga en Rellenos sanitarios.
	Ejecución de nuevos proyectos	Afectación de la comunidad
Generación, Manipulación y Pérdida Potencial de Sustancias Especiales (Mercurios, Solventes, etc.)	Almacenamiento, segregación y manipulación de Residuos Industriales	Afectación a las personas y al medio ambiente
	Remodelación de alumbrados públicos	
	Transporte de Residuos Especiales	
	Mantenimiento electromecánico	
	Nuevos proyectos y/o modificaciones	

Fuente: Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

4.3.4 Elementos y materiales no reciclables. Son muy pocos los elementos no reciclables existentes en el alumbrado público. Los más evidentes son los postes que por su deterioro no se pueden reinstalar. Se incluyen postes de concreto, que deben ser demolidos para evitar su uso posterior no autorizado. Aunque la canastilla metálica interior puede usarse como el refuerzo de hierro en columnas de construcciones o como material para los hornos de fundición y utilizarlo como materia prima para fundir piezas de “hierro colado”, los trozos de demolición se llevan a escombreras o rellenos sanitarios, terminando así su ciclo vital. Los condensadores no son susceptibles de reciclar, excepto el aluminio de sus envases cuando aplica. El resto de partes, como el polipropileno metalizado se debe disponer como el resto de plásticos degradados: en rellenos sanitarios. Accesorios como los arrancadores no deben reciclarse para incorporarlos a la red, debido al elevado costo en la mano de obra de su recambio y la posibilidad de una vida útil residual muy baja respecto a la de un elemento nuevo.

4.3.5 Administración de la disposición final. El operador del alumbrado público debe llevar un control sobre el tipo de elementos enviados a reciclaje, generar indicadores de rendimientos como materia prima y como reutilización de piezas que reingresan al sistema, a fin de reducir toda posibilidad de comercio ilegal en cualquier etapa del proceso. En todo caso, el plan de manejo ambiental (PMA), debe considerar las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación para contrarrestar y minimizar los impactos ambientales que puedan ser ocasionados por los diferentes proyectos de alumbrado público. En el P. M. A. que presente el operador del servicio, se deberán establecer las medidas ambientales necesarias para controlar los impactos generados por la operación y mantenimiento y en su contenido deberá estar recopilada e incluida la información necesaria del sistema de gestión ambiental, en todo lo relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público.

Tabla 10. Recomendaciones para la disposición final de los residuos.

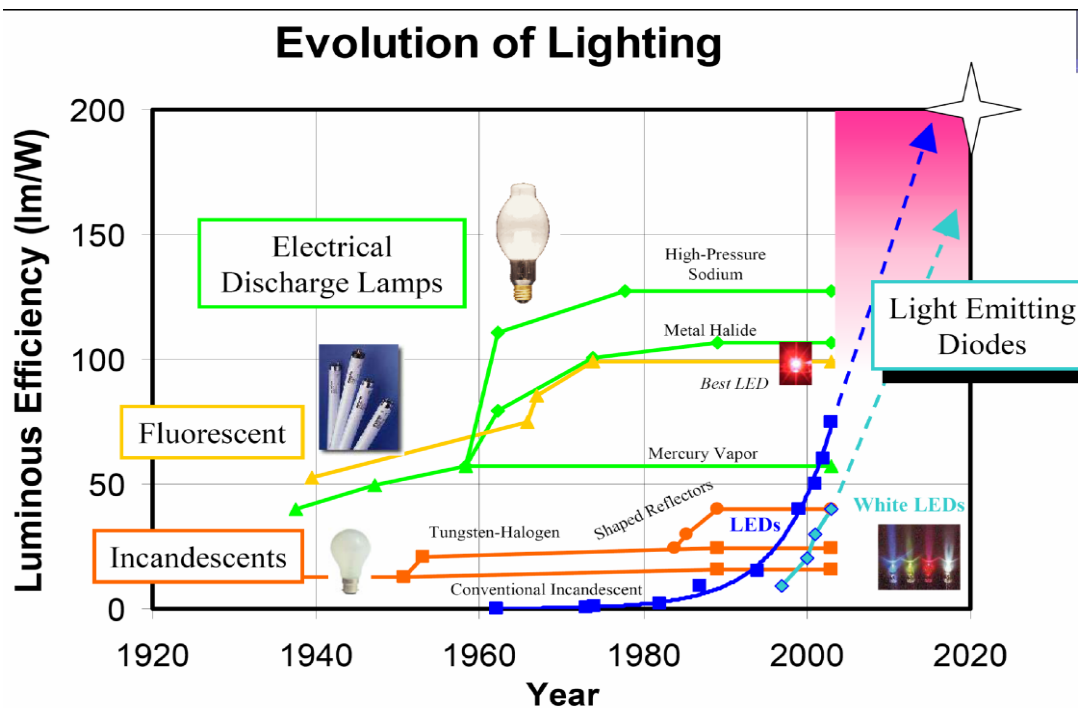
TIPO DE RESIDUO	CLASE	ESTADO
Aceite dieléctrico libre de PCBs	P	Líquido
Aceites contaminados con PCBs	P	Líquido
Balastos impregnados en aceite contaminados PCBs	P	Sólido
Balastos impregnados en aceites libres de PCBs	P	Sólido
Fotocontroles electrónicos	P	Sólido
Condensadores (balastos) secos	P	Sólido
Herrajes metálicos con y sin galvanizar	NP	Sólido
Lámina de cadmio de fotocontroles	P	Sólido
Plásticos, pastas, policarbonatos, etc.	NP	Sólido
Postes y tapas de concreto	NP	Sólido
Residuos electrónicos (computadores, radios, televisores y otros en desuso que posean materiales peligrosos).	P	Sólido
Residuos sólidos impregnados en solventes y limpiadores para el tratamiento de superficies (thinner, gasolina).	P	Sólido
Retal de cable de aluminio desnudo o aislado	NP	Sólido
Retal de cable de cobre desnudo o aislado	NP	Sólido
Tubos de descarga provenientes de bombillas de HG	P	Sólido
Vegetales (excedentes de poda, tala y rocería)	NP	Sólido
Vidrios	NP	Sólido
P: Elementos Peligrosos		
NP: Elementos No Peligrosos		

Fuente: Proyecto de reglamento de iluminación y alumbrado público

5. MODERNIZACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La realidad de la infraestructura de alumbrado público en los municipios y distritos de Colombia, muestra un rezago de grandes proporciones, en cuanto a la modernización del parque instalado y más grande aún en lo relacionado con la innovación y aplicación de nuevas tecnologías que emergieron hace más de treinta años y que se encuentran desarrolladas y aplicadas masivamente en muchos países de Asia, Europa y Norte América. La preocupación de algunas naciones industrializadas y desarrolladas económicamente en el tema de los efectos sobre el medio ambiente y la implementación de la producción más limpia ha hecho que las nuevas tecnologías se desarrollen, masifiquen y sean económicamente más accesibles. En el presente capítulo se describen tres aplicaciones relacionadas con el tema de innovación tecnológica.

Figura 26. Evolución cronológica de los tipos de iluminación



Fuente: SLD Co., Ltd.

5.1 ILUMINACIÓN CON DIODOS EMISORES DE LUZ (LED'S)

La tecnología que apareció en la década de 1970 como elemento destacado de relojes digitales y calculadoras, está siendo acondicionada para desarrollar un sistema de alumbrado nocturno de zonas públicas que sea duradera y de bajo consumo de energía eléctrica. Empresas productoras de elementos para este tipo de infraestructura junto con prestigiosas universidades del mundo, han aunado esfuerzos técnicos y económicos para desarrollar módulos de iluminación LEDs potentes y de bajo costo para ser usados en grandes recintos y en vías públicas.

Los ingenieros y técnicos electricistas y electrónicos que participan en los proyectos, recurrirán a su experiencia para investigar la forma de hacer que los módulos integrados por muchos LEDs agrupados en un espacio muy reducido puedan funcionar de manera segura y eficaz. Los sistemas de iluminación por LEDs tienen el potencial de reducir el consumo de energía eléctrica entre un 25% y un 50% en relación con luminarias de fuentes convencionales, dependiendo de la aplicación.¹⁷

Figura 27. Modelos de luminarias con leds para alumbrado público



Fuente: SLD Co., Ltd.

¹⁷ Sistemas de ahorro energético y construcción – SAECSA - México

La tecnología de los LEDs conquistó el sector de los displays de aparatos electrónicos a partir de los años setenta, pero ahora estamos al inicio de una nueva revolución, con cada vez más LEDs siendo usados en semáforos, luces de automóviles, alumbrados nocturnos de áreas públicas, etc.

Mientras el vapor de sodio de alta presión, de uso común en el alumbrado público de gran parte de Europa y América, brinda una eficiencia de 85 lúmenes por vatio, la tecnología LED va camino de superar los 150 lúmenes por vatio y esta última cifra se está incrementando a medida que se progresa en el desarrollo de semiconductores. Por otra parte, el mercurio utilizado en sistemas más antiguos de alumbrado implica peligros medioambientales como se mencionó anteriormente.

Figura 28. Usos de luminarias con leds en alumbrado público



Fuente: SLD Co., Ltd.

Al mismo tiempo que se disminuye el consumo de energía y los costos generales de operación, la iluminación por LEDs en las calles tiene el potencial, según los investigadores, de reducir la contaminación lumínica hasta el punto de que el resplandor que emana de las grandes ciudades propagándose hasta vastas

distancias, será cosa del pasado. Los científicos e investigadores también estudian dotar a la iluminación pública por LEDs de medios por los cuales pueda ser controlada y disminuida cuando se considere necesario (atenuadores, reductores, temporizadores, suspensores, etc.).

Gracias a su mayor tiempo de vida útil, los LEDs de las luminarias y semáforos necesitarán ser reemplazados con menos frecuencia, lo que potencialmente disminuye los problemas de tráfico y las facturas por consumo de energía eléctrica de los comercializadores y distribuidoras locales. La longevidad del módulo de LEDs propuesto supera las 50.000 horas si se utiliza para el alumbrado público, aproximadamente cuatro (4) veces más que la iluminación pública de fuentes convencionales utilizadas actualmente.

5.2 CELDAS FOTOVOLTAICAS (SUMINISTRO DE ENERGÍA)

Los Sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente con silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, el mismo material semiconductor usado en las computadoras. Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el efecto fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa. Las celdas fotovoltaicas no tienen partes móviles, son virtualmente libres de mantenimiento y tienen una vida útil de entre 20 y 30 años. La conversión directa de la parte visible del espectro solar es, quizá, la vía más ordenada y estética de todas las que existen para el aprovechamiento de la energía solar. Desafortunadamente esta tecnología no se ha desarrollado por completo en Latinoamérica. Si bien los módulos fotovoltaicos son relativamente simples, su fabricación requiere de tecnología sofisticada que solamente está disponible en algunos países como Estados Unidos, Alemania, Japón y España entre otros.

Las celdas solares fueron comercializadas inicialmente en 1955. Las investigaciones iniciales en este campo se enfocaron al desarrollo de productos para aplicaciones espaciales, siendo su primera utilización exitosa en los satélites artificiales; sus principales características (simplicidad, bajo peso, eficiencia, confiabilidad y ausencia de partes móviles) las hicieron ideales para el suministro de energía en el espacio exterior. A la fecha, las celdas que han alcanzado mayor grado de desarrollo son las de silicio cristalino, tecnología que predomina en el mercado mundial debido a su madurez, confiabilidad en su aplicación y sobre todo, a su vida útil. Por otra parte las celdas de película delgada, entre ellas el silicio amorfo, han alcanzado cierto grado de popularidad debido a su bajo costo, sin embargo su baja durabilidad, debido a la degradación, las sitúa por debajo de las celdas cristalinas.¹⁸

Figura 29. Utilización de paneles solares en iluminación industrial



Fuente: Saecsa energía solar

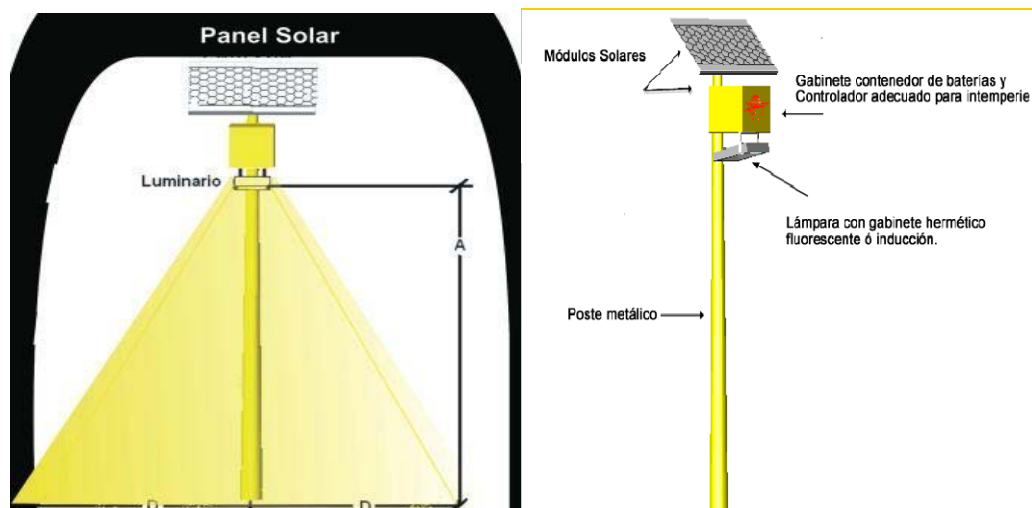
5.3 ALUMBRADO PÚBLICO FOTOVOLTAICO

El sistema solar fotovoltaico para alumbrado exterior conocido como Luminaria Solar, es una excelente alternativa ecológica para iluminación en zonas urbanas y rurales tales como: parques, plazas públicas, calles, áreas verdes, jardines, autopistas, estacionamientos, etc.

¹⁸ Renovables, energía solar fotovoltaica.

El principio de operación está basado en la generación eléctrica por medio de la energía solar (módulos solares), para ser almacenados en un banco de baterías y usarse durante la noche cuando la lámpara se enciende de manera automática. Puede operar toda la noche o parte de ella dependiendo del número de módulos que la luminaria contenga. Este tipo de sistema se instala rápidamente, solo se requiere una base de concreto y que el lugar no reciba sombreado de árboles o construcción; además, se elimina el molesto y costoso cableado de conexión y su robo continuo común en los municipios y distritos de Colombia.

Figura 30. Aplicación de celdas solares en alumbrado público



Fuente: Saecsa energía solar

La luminaria solar observa un alto grado de continuidad, debido a que si se presenta una falla en la red eléctrica convencional no se afecta el funcionamiento correcto del sistema de alumbrado. Además de las mencionadas ventajas de utilizar este tipo de luminaria, también se convierte en material educativo para la comunidad en el sentido de conocer y divulgar en la práctica la tecnología solar generando cultura a favor de la preservación del medio ambiente mediante la producción más limpia.¹⁹

¹⁹ Sistemas de ahorro energético y construcción – SAECSA - México

5.4 LUMINARIAS SOLARES CON DIODOS EMISORES DE LUZ

La combinación de las tres (3) aplicaciones tecnológicas descritas anteriormente, ofrecen la mejor alternativa posible actualmente para los sistemas de alumbrado público, garantizando un bajo consumo de energía eléctrica, larga vida útil hasta de 100.000 horas, baja emisión de calor, alta eficiencia luminosa, tamaño pequeño, bajo peso, variedad de colores, alta resistencia al impacto, seguridad por su construcción y sobre todo mínimo impacto al medio ambiente. No obstante lo anterior y debido a su reciente desarrollo y poca masificación de uso, su gran debilidad se fundamenta en su alto costo y además en el hecho de que no existen suficientes instalaciones de esta naturaleza para comprobar las especificaciones que definen los fabricantes. En los momentos actuales donde existe una gran preocupación de la humanidad por la preservación del medio ambiente, las luminarias de fuente luminosa leds y alimentadas por celdas fotovoltaicas o solares, se constituyen en una posibilidad o alternativa importante a tener en cuenta en la evaluación técnica, económica, social y ambiental de los nuevos proyectos de alumbrado público que se pretendan desarrollar.²⁰

Figura 31. Instalación de luminarias con leds, alimentadas por celdas solares



Fuente: Saecsa energía solar

²⁰ Sistemas de ahorro energético y construcción – SAECSA - México

6. GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA

Después de describir detalladamente el componente técnico de la gestión de mantenimiento, es necesario mencionar los componentes de la gestión administrativa y financiera, que permitan alcanzar la eficiencia en el manejo de los recursos involucrados en la prestación del servicio, en este capítulo se pretende definir algunos aspectos esenciales relacionados con la administración de los recursos, control de los costos, implementación de los programas de salud ocupacional, gestión y control de la calidad y finalmente con la interventoría y auditoría exigidas por tratarse de la administración delegada o directa de bienes y recursos públicos.

6.1 GESTIÓN ADMINISTRATIVA

La gestión administrativa de una empresa o institución es su capacidad para definir, alcanzar y evaluar sus propósitos con el adecuado uso de los recursos disponibles; además es coordinar todos los recursos disponibles para conseguir determinados objetivos.

Henry Fayol, definió operativamente la administración diciendo que la misma consiste en "prever, organizar, mandar, coordinar y controlar" además consideró que era el arte de manejar a los hombres. George Terry explica que la administración es un proceso distintivo que consiste en planear, organizar, ejecutar, controlar; desempeñada para determinar y lograr objetivos manifestados mediante el uso de seres humanos y de otros recursos.²¹

Desde finales del siglo XIX se acostumbra definir la administración en términos de cuatro funciones específicas de los gerentes: la planeación, la organización, la dirección y el control. Por tanto, cabe decir que la administración es el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de los miembros de la

²¹ Administración industrial y General, Editorial El Ateneo.

organización y el empleo de todos los demás recursos organizacionales, con el propósito de alcanzar las metas establecidas para la organización. Todos los gerentes, sean cuales fueren sus aptitudes o habilidades personales, desempeñan ciertas actividades interrelacionadas con el propósito de alcanzar las metas planeadas.²²

Partiendo de los conceptos antes señalados podemos decir que la gestión administrativa es el proceso de diseñar y mantener un entorno en el que trabajando en grupo, los individuos cumplen eficientemente objetivos específicos. Es un proceso muy particular consistente en las actividades de planeación, organización, ejecución y control desempeñados para terminar y alcanzar los objetivos señalados como el uso de seres humanos y otros recursos.²³

6.1.1 Recursos físicos. Son todos aquellos elementos que existen para facilitar el trabajo, además de los lugares físicos, como la oficina, edificios, mobiliario, etc., que son para establecerse en una dirección determinada. Dentro de este grupo de recursos se debe adquirir o acondicionar un lugar apropiado donde se puedan establecer las zonas de almacén, bodega, taller, atención al público, área técnica, contabilidad, sala de juntas y gerencia como esenciales, además de contar con el mobiliario suficiente para poder desarrollar cada una de las actividades mencionadas.

- ➔ El almacén debe contar con espacio suficiente para ubicar las herramientas y materiales que son utilizados en el mantenimiento de la infraestructura, estantes y repisas para organizar elementos; escritorio y computador.
- ➔ La bodega debe permitir el adecuado almacenamiento de los materiales de desecho como luminarias y componentes retirados o cambiados por avería.

²² Gestión administrativa de una empresa comercial. www.monografias.com

²³ Ferry Jorge, Principios de Administración, Editorial Continental, México, 1985.

- ➔ El área técnica debe contar con un escritorio, un computador, un archivador un organizador y un tablero acrílico con marcadores en seco.
- ➔ El taller debe contar con un espacio con buena ventilación e iluminación, mesa de prueba con su banca, herramienta menor y equipo especializado para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las luminarias.
- ➔ La zona de atención al público debe ser muy confortable, con muy buena ventilación e iluminación, además dotada con uno o dos escritorios, computador, archivador y área de espera con sillas.
- ➔ La dependencia contable debe tener un escritorio y un computador, el cual será compartido con el almacén.
- ➔ La sala de juntas debe ser un área con mobiliario suficiente para poder reunir al personal administrativo y técnico, así como para atender algunos usuarios, funcionarios y reuniones en general.
- ➔ La gerencia debe contar con un escritorio, un computador, un archivador y una biblioteca.

Figura 32. Áreas de Taller y Almacén de una empresa de alumbrado público



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Es de gran importancia que las áreas mencionadas dispongan de las condiciones básicas descritas para garantizar una óptima prestación del servicio, una administración eficiente de los recursos y una atención oportuna al usuario.

6.1.2 Recursos técnicos y tecnológicos. Para garantizar la eficiente prestación del servicio de alumbrado, se debe contar con algunos recursos técnicos y tecnológicos mínimos, los cuales se encuentran descritos en las siguientes tablas:

Tabla 11. Relación de la herramienta menor más utilizada

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.0	Alicates aislados de 8"	Un	3
2.0	Llaves fijas en mm. 8 a 25.	Juego	3
3.0	Llaves fijas en pulgadas ¼" a 1"	Juego	3
4.0	Llaves tipo Bristol o hexagonales en mm.	Juego	3
5.0	Llaves tipo Bristol o hexagonales en pulgadas.	Juego	3
6.0	Destornilladores aislados a 1000 V.	Juego	3
7.0	Llave expansiva de 10"	Un	3
8.0	Flexómetro metálico	Un	3
9.0	Cortafrio aislado a 1000 V.	Un	3
10.0	Pelacables aislado a 1000 V.	Un	3
11.0	Cuchillo tipo zapatería	Un	3
12.0	Machete de 22"	Un	3
13.0	Hombre solo 10"	Un	3
14.0	Probador de corriente aislado a 1000 V.	Un	3
15.0	Pala de 8" con cabo en madera.	Un	2
16.0	Hoyadora de 4" con cabos en madera.	Un	2
17.0	Barra metálica de $\varnothing = \frac{3}{4}"$ x 2,0 m.	Un	2
18.0	Pica metálica con cabo de madera.	Un	1
19.0	Marco con segueta metálica.	Un	3
20.0	Caja porta herramientas.	Un	3
21.0	Manila de $\varnothing = \frac{1}{2}"$ x 10 m.	Un	2

Tabla 12. Relación de herramienta especializada más utilizada

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.0	Pinza voltiamperimétrica 1000 V – 600 A.	Un	3
2.0	Mesa de prueba para luminarias de 70 a 1000 W.	Un	1
3.0	Zunchadora para cinta de acero tipo Band - it	Un	2
4.0	Pulidora de 7" 120 V a 1800 – 8500 rpm.	Un	1
5.0	Motosierra mediana.	Un	1
6.0	Poleas de 6" con doble canal.	Un	2
7.0	Antenayas calibres 4 – 2/0 AWG	Un	2
8.0	Cinta métrica de 30 m.	Un	1
9.0	Luxómetro para Na, Hg, M.H. e Incandescente.	Un	1
10.0	Dispositivo GPS.	Un	1
11.0	Grúa canasta aislada brazo hidráulico 12 m.	Un	1
12.0	Camioneta doble cabina con porta escalera.	Un	1
13.0	Diferencial de guaya de 1 Ton.	Un	2
14.0	Diferencial de cadena de 5 Ton.	Un	1
15.0	Taladro eléctrico manual de 5/8"	Un	1

16.0	Agujadora de pie de 1 H.P. $\varnothing = 1''$	Un	1
17.0	Esmeril eléctrico 120 V. 3450 rpm. $\varnothing = 6''$	Un	1
18.0	Prensa Metálica de 1 Ton.	Un	1
19.0	Compresor eléctrico de 40 litros 220 V.	Un	1
20.0	Pértiga telescópica en fibra de vidrio de 12 m.	Un	1

Tabla 13. Relación de equipo de seguridad requerido

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.0	Arnés de cuerpo entero con eslingas.	Un	2
2.0	Cinturón de seguridad porta herramientas.	Un	2
3.0	Casco dieléctrico ANSI Z89,1 con barbuquejo.	Un	6
4.0	Escalera de extensión en fibra de vidrio 10 m.	Un	2
5.0	Conos viales de señalización 1,0 m.	Un	8
6.0	Guantes en cuero vaqueta tipo lindero.	Par	4
7.0	Guantes en cuero de carnaza.	Par	4
8.0	Monogafas de seguridad lente oscuro	Un	6
9.0	Monogafas de seguridad lente claro	Un	6
10.0	Careta de protección transparente.	Un	1
11.0	Tapa bocas con filtro de carbono o químico.	Un	1
12.0	Pechera en cuero tipo carnaza	Un	1
13.0	Mangas en cuero tipo carnaza	Un	1

Tabla 14. Relación de materiales o repuestos requeridos

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.0	Aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-3.	Un	10
2.0	Alambre de Cu THHN No. 12 AWG.	m	200
3.0	Amarres plásticos de 4"	Un	20
4.0	Arrancador RG 150 - 400 W Plus 2T Paralelo.	Un	20
5.0	Arrancador RG 70 W Plus 2T Paralelo.	Un	20
6.0	Balasto para bombilla de sodio de 150W.	Un	10
7.0	Balasto para bombilla de sodio de 250W.	Un	8
8.0	Balasto para bombilla de sodio de 70W.	Un	12
9.0	Base para fotocelda.	Un	10
10.0	Bombilla de sodio alta presión 150 W.	Un	20
11.0	Bombilla de sodio alta presión 250 W.	Un	15
12.0	Bombilla de sodio alta presión 70 W.	Un	30
13.0	Brazo metálico galvanizado de 1,2 m.	Un	5
14.0	Brazo metálico galvanizado de 1,5 m.	Un	5
15.0	Brazo metálico galvanizado de 2,0 m.	Un	5
16.0	Cable ACSR No. 2 AWG.	m	200
17.0	Cable de aluminio aislado THW No. 2 AWG	m	200
18.0	Cable Vehicular Cu No. 16 AWG.	m	20
19.0	Cinta aislante negra.	Un	1
20.0	Cinta de acero tipo Band - it $\varnothing = 5/8''$	m	30
21.0	Collarines de 4"-5" a 9"-10" de una salida.	Un	30
22.0	Condensador de 10 Microfaradios.	Un	20

23.0	Condensador de 20 Microfaradios.	Un	15
24.0	Conector Bimetálico No. 1 y 2, ranuras paralelas.	Un	20
25.0	Fotocelda Electrónica 1000 W Magnética.	Un	15
26.0	Fusible para cañuela tipo hilo TH 1 a 7 A.	Un	10
27.0	Hebillas de acero tipo Band - it de $\varnothing = 5/8"$	Un	30
28.0	Luminaria de sodio alta presión de 70 W.	Un	5
29.0	Luminaria de sodio alta presión de 150 W.	Un	3
30.0	Luminaria de sodio alta presión de 250 W.	Un	3
31.0	Percha metálica galvanizada de 2 puestos.	Un	5
32.0	Porta bombilla de porcelana de E-27 y E-42	Un	20
33.0	Regleta de 10 A (borneras).	Un	5
34.0	Tornillo metálico galvanizado de 5/32"x1 1/2"	Un	20

Figura 33. Vehículos para atención en alumbrado público (grúa y camioneta)



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

6.1.3 Recursos humanos. En las empresas modernas para referirse a las personas o recurso humano se prefiere utilizar conceptos o términos como los de desarrollo del potencial o talento humano, por abarcar éstas una visión más dinámica y humana. El concepto de recursos humanos se muestra un tanto inadecuado pues podría prestarse a ver al hombre como un simple instrumento productivo. En esa medida, es más agradable hablar del recurso inteligente, o simplemente colaborador; aclarando que se piensa en un hombre que aporta su capacidad productiva y contribuye a la construcción del desarrollo humano sostenible en diferentes frentes de una manera participativa y creativa.²⁴

²⁴ Flippo, Edwin P. Principios de administración de personal

El concepto de desarrollo de recursos humanos abarca la búsqueda de procesos que potencialicen el factor humano como elemento dinámico de desarrollo y crecimiento. Este concepto coloca al ser humano en el centro del proceso de desarrollo, como objeto pero también como sujeto, en concordancia con el hecho de que el crecimiento económico debe ser un instrumento al servicio del hombre antes que un fin en sí mismo; se debe orientar a los colaboradores a agregar valor intelectual. En las empresas modernas, compuestas por personas que participan en todos los niveles de la organización y por el papel central que en su estructura ocupa el hombre como ser integral, se hace especial énfasis en estos conceptos.

Figura 34. Funcionarios de alumbrado público debidamente capacitados



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Las organizaciones dependen, para su funcionamiento y desarrollo, primordialmente del elemento humano; puede decirse, sin exageración, que una organización es el retrato de sus integrantes. Debe aprovecharse la sinergia grupal, es decir el trabajo en grupo, conjunto y solidario en equipos integrados. Las personas deben trabajar en forma colectiva o grupal, para ahorrar menos esfuerzos; debe aprender a pensar y tomar decisiones con criterio técnico, compartir los resultados, etc.²⁵

²⁵ Gómez Mejía, Luis R.; Balkin, David y Cardy, Robert. Gestión de recursos humanos.

Para desarrollar la prestación del servicio de alumbrado público se debe contar con un equipo básico de colaboradores para desempeñar los siguientes cargos:

- Gerente general
- Director de proyecto o administrador
- Contador (tiempo parcial)
- Asesor jurídico (tiempo parcial)
- Supervisor técnico e inspectores
- Electricista(s) (Oficiales de iluminación)
- Electricista (jefe de taller)
- Conductor(es)
- Operador(es) de grúa
- Almacenista
- Secretaria recepcionista.

El éxito en los procesos administrativos para lograr una prestación eficiente del servicio de alumbrado público, requiere de una gestión adecuada de todos los recursos disponibles. En la medida que la gerencia del proyecto realice una administración apropiada, los buenos resultados estarán a la vista.

6.1.4 Cadenas de requisición y suministro. Uno de los factores de mayor incidencia en el cumplimiento de los parámetros u obligaciones establecidas para la eficiente prestación del servicio de alumbrado público lo constituye el buen funcionamiento de la cadena de requisición y suministro; es muy factible poner en práctica las teorías sobre manejo y pronósticos de inventarios que permita su adecuado funcionamiento.

Figura 35. Materiales utilizados en mantenimiento de alumbrado público.



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

La misma importancia radica en la definición de la cantidad de materiales solicitados y fecha en que debe efectuarse la requisición, como el cumplimiento de los proveedores de materiales y servicios. Garantizar el funcionamiento sincrónico entre las partes permitirá siempre la existencia de los materiales y servicios necesarios en el momento oportuno y evitar de esta manera la no prestación del servicio público.

6.1.5 Inventarios y almacén. Como fue mencionado en el numeral anterior un papel fundamental cumplen las cadenas de requisición y suministro, pero es en cabeza del director de proyecto conjuntamente con el almacenista quienes determinen el momento y cantidades oportunas que deben ser solicitadas a los diferentes proveedores. El manejo de inventarios de materiales, herramientas y equipos de almacén debe estar precedido de un análisis juicioso para evitar casos indeseables; uno económicamente hablando como es el del sobre inventario y otro de consecuencias pecuniarias e imagen corporativa como es la falta de servicio por ausencia de materiales.

Figura 36. Materiales de consumo en alumbrado público (almacenados)



Fuente: Almacén de Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

6.2 GESTIÓN FINANCIERA

Las decisiones financieras empresariales están orientadas a generar riqueza para el negocio, lo cual se consigue principalmente a través de las inversiones que se realizan en activos tangibles e intangibles. El reto del gerente, administrador o director, consiste por un lado, en decidir en qué invertir y en qué proporción hacerlo para obtener el mayor retorno de utilidades. Tal complejidad hace imprescindible la preparación de un presupuesto de capital que establezca la estructura de los activos disponibles y de las fuentes de financiamiento.²⁶

La combinación de las mencionadas habilidades hace posible la obtención del máximo rendimiento de los activos, es decir, una conveniente retribución en operaciones, y la adecuada disminución de los costos de financiamiento. Todo ello, en definitiva, determina el aumento del valor de la empresa.

La información contable es un instrumento poderoso de la administración. El uso inteligente de esta información probablemente solo puede lograrse si los encargados de tomar decisiones en el negocio comprenden los aspectos esenciales del proceso contable, que termina con un producto final, los estados

²⁶ Brealey R., Myers S.; "Fundamentos de financiación empresarial". Cuarta edición. McGraw Hill. 1993.

financieros y el análisis de dichos estados, que permite conocer la realidad. La aplicación de las técnicas adecuadas para analizar los estados financieros debe conducir a un proceso inverso al de la construcción de la contabilidad, hasta los problemas que han generado los efectos que muestran estos estados, y de ahí, mediante un análisis causa-efecto, al origen de estos.²⁷

Resulta importante conocer y aplicar un conjunto de técnicas para el análisis de los estados financieros. Estas técnicas deben ser dominadas no solo por contadores y financistas, sino también por los demás directivos, principalmente el gerente general. Un director general debe saber como analizar la contabilidad. El análisis de los estados financieros constituye una vía para alcanzar los objetivos económicos trazados por los accionistas de las empresas, descartando el criterio de que el análisis de los mismos sea algo limitado al diagnóstico frío y solo reservado a especialistas contables y financieros.²⁸

6.2.1 Control de costos fijos. En los proyectos o prestación del servicio de alumbrado público existen diversos tipos de costos. El control y racionalización de los costos fijos que están constituidos entre el 80 y 90% de los costos totales permitirá, obtener mejores resultados financieros que se verán reflejados en las utilidades netas. Los costos fijos están representados fundamentalmente en elementos tales como:

- Alquiler de vehículos
- Alquiler de instalaciones
- Nóminas de empleados y Honorarios
- Pagos de parafiscales y seguridad social
- Pagos de servicios públicos (incluye comunicaciones)
- Inventario mínimo de materiales

²⁷ Suárez A. S., "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa", Decimoquinta edición, Ediciones Pirámide, S.A., Madrid, 1993.

²⁸ Weston J. F., Brigham E. F., "Fundamentos de administración financiera", Décima edición, McGraw Hill, México, 1994.

En la medida que el administrador, gerente o director del proyecto pueda reducir a su mínimo valor estos costos, sin afectar eso sí la excelente prestación del servicio de alumbrado público, garantizará la obtención de mayores dividendos para los propietarios o accionistas de las empresas o municipios.

6.2.2 Control de costos variables. Los costos variables de un proyecto de alumbrado público oscilan entre el 10 y 20% del valor total de la operación y mantenimiento; fundamentalmente están constituidos por dos rubros importantes:

- Materiales consumidos por mes
- Costos y gastos imprevistos

El valor del suministro de los materiales requeridos para adelantar la prestación del servicio de alumbrado público (operación y mantenimiento), está afectado directamente por el estado de las redes de distribución de energía del comercializador local, densidad de la vegetación y efectos climáticos severos. Como puede observarse, los aspectos descritos se encuentran fuera del control del operador del alumbrado público, haciendo un tanto difícil la predicción exacta de los insumos requeridos mensualmente. Así mismo costos y gastos imprevistos constituidos por casos de incapacidad del personal, incremento temporal de mano de obra y equipos, daños a terceros, pequeñas ampliaciones de cobertura, hurto de materiales, vandalismo, etc., ocasionan complejidad en el pronóstico del rubro total que se deberá destinar del presupuesto mensual para atender estos eventos. Un factor que puede considerarse muy útil en estos casos es el registro estadístico histórico y la experiencia del administrador o gerente en proyectos en esta materia, para determinar una cuantía muy cercana a la realidad.

6.2.3 Flujo Financiero. Debido a que los recursos con los que se adelantan las actividades inherentes a la administración integral del alumbrado público provienen del recaudo de impuestos, se hace necesario llevar un control estricto

de todos los rubros que componen los estados financieros; de allí se desprende la necesidad de contar con un flujo financiero mensual que permita observar claramente cada uno de los rubros correspondientes a los ingresos y egresos del mismo. Es importante tener en cuenta que cada municipio o distrito posee una característica específica en cuanto a los componentes económicos; no obstante lo anterior, se presenta un modelo de flujo financiero con algunos de los más importantes y característicos, que sirve de ejemplo en la construcción del específico o real para cada caso particular. Lo más importante que debe ser tenido en cuenta es, que la información contenida en el flujo debe estar actualizada permanentemente ante la eventualidad de una auditoría por la Contraloría General de la Nación o revisión por parte de la interventoría.

Los ingresos en alumbrado público están constituidos principalmente por:

- Recaudos del impuesto
- Recursos propios
- Préstamos bancarios
- Rendimientos financieros

Los egresos en alumbrado público están constituidos principalmente por:

- Ampliación, modernización, reposición y repotenciación
- Consumo de energía eléctrica
- Operación y mantenimiento de la infraestructura
- Tasas, contribuciones e impuestos municipales y nacionales.
- Pólizas de seguro.
- Interventoría externa.
- Comisión fiduciaria.
- Hurto y vandalismo.
- Plan de manejo ambiental.
- Retorno de la inversión (si aplica).

En un cuadro de hoja de cálculo puede ser ingresada y almacenada la información relacionada, para posteriormente ser consultada y revisada en el evento que se requiera por la gerencia o dirección y/o alguna autoridad de control.

6.3 AUDITORÍA E INTERVENTORÍA

Como se ha mencionado en el presente capítulo, debido a que tanto los recursos obtenidos para realizar la administración integral como la infraestructura del alumbrado constituyen bienes públicos, estos están sujetos de revisión, supervisión y auditoría de las entidades de control del orden municipal, departamental y nacional. De acuerdo con lo anterior, el municipio o distrito nombra o contrata un interventor para vigilancia y supervisión de las actividades inherentes a la prestación del servicio y control de inversión de los recursos; pero son los organismos de control, los que finalmente determinan la adecuada utilización de los mismos. A continuación se describen las principales actividades desarrolladas por las interventorías, contraloría y finalmente se definen los planes de mejoramiento que se deben implementar.

6.3.1 Funciones de la interventoría. De conformidad con el proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP, todo municipio deberá contratar una interventoría para el servicio de alumbrado público con alcance técnico, operativo y administrativo, siguiendo sus disposiciones y las de ley para su selección. Con el fin de optimizar los recursos municipales, se podrá realizar un contrato de interventoría para atender varios municipios de una misma región, y sus costos podrán ser distribuidos proporcionalmente a la cantidad de puntos luminosos que tenga la infraestructura de alumbrado público de cada municipio asociado. El objeto contractual deberá ejecutarse de conformidad con las finalidades y los principios de economía, transparencia y responsabilidad, consagrados en la Ley 80 de 1993 y los postulados de la función administrativa consagrados en el Artículo 209 de la Constitución Política, tal como lo indica el Artículo 23 del Estatuto Contractual de la Administración Pública. Así mismo,

evitará interferencias que puedan perjudicar el normal desarrollo de las actividades propias del objeto de la interventoría.²⁹

Las principales funciones y obligaciones de la interventoría son las siguientes:

- ➔ Supervisar la actualización del sistema de información georeferenciado de la infraestructura. Auditar la calidad de la información incluida en la base de datos, de acuerdo con la norma NTC ISO 2859.
- ➔ Monitorear permanentemente el estado de la infraestructura de alumbrado mediante inspecciones en jornadas diurnas y nocturnas, garantizando el cubrimiento del 100% del área municipio mensualmente.
- ➔ Revisar los reportes de quejas y reclamos por alumbrado público, y verificar el cumplimiento de los trabajos solicitados.
- ➔ Seguimiento a la correspondencia que surja entre la comunidad, las entidades municipales, los organismos de control y el operador del servicio relacionadas con quejas, reclamos y solicitudes de expansión con el objeto de apoyar el municipio en la atención de la preparación de las respuestas.
- ➔ Apoyar al alcalde o su delegado, en la evaluación de los requerimientos de las expansiones, revisión de los diseños de tales expansiones, supervisar la actualización de la base de datos del inventario y llevar las estadísticas.
- ➔ Inspeccionar las obras de expansión, repotenciación y remodelación de la infraestructura ejecutadas por el operador y verificar su total sujeción a los diseños aprobados y cumplimiento de los requisitos y normas establecidas.
- ➔ Verificar la aplicación del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) en las etapas de diseño, especificación de equipos, construcción y mantenimiento de los proyectos de alumbrado público, así como de las disposiciones contempladas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

²⁹ Proyecto de reglamento

- ➔ Identificar los sectores que presenten deficiencias en el alumbrado público, mediante las mediciones de iluminancia. Informar el resultado al operador del servicio, sobre los posibles motivos que originan la deficiencia y someter a su consideración la solución, soportando su recomendación.
- ➔ Apoyar al operador del servicio en la revisión de los diseños de alumbrado público, de acuerdo con lo establecido en el RETILAP.
- ➔ Verificar el correcto funcionamiento del sistema de consulta a través de la WEB con la información de alumbrado público, en las áreas operativa y de atención al cliente. Adecuar sus sistemas de transferencias de datos, información, indicadores y en general, de informes de acuerdo con los formatos y la periodicidad que el municipio o distrito defina para tal efecto.
- ➔ Conocer el informe de indicadores de calidad del servicio de energía, DES y FES, que el distribuidor debe entregar a la Superintendencia de Servicios Públicos, con el fin de establecer el monto de la energía a descontar o compensar por los indicadores de calidad del servicio.
- ➔ Determinar el tipo de cesión que tienen las áreas internas, públicas o privadas de los parques y conjuntos o unidades inmobiliarias cerradas. Definir si las luminarias que se encuentran en estos sectores se deben incorporar al inventario del municipio o son de uso privado.
- ➔ Verificar el cumplimiento de la normatividad municipal, nacional o en su defecto la internacional vigente en materia ambiental. Seguimiento al cumplimiento del plan de manejo ambiental del operador.
- ➔ Verificar los grupos de trabajo del operador de alumbrado público, en cuanto a la adecuada señalización vial de los sitios de trabajo, identificación de vehículos y personal, en cumplimiento de los requisitos del Código Nacional de Tránsito, Secretaría de Tránsito Municipal, así como las normas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- ➔ Contemplar indicadores de gestión definidos y el seguimiento del cumplimiento de los indicadores de gestión y calidad para el operador. Cumplir con los indicadores e incluirlos en sus informes mensuales y final.

→ Elaborar y presentar los informes mensuales sobre la ejecución de las obligaciones. Someter a consideración sus observaciones, conclusiones, recomendaciones, correctivos y demás que considere pertinente. Los informes deben estar complementados con gráficas, cuadros, estadísticas, fotografías, tablas, etc., que permitan su correcta comprensión.

6.3.2 Gestión de la contraloría. La vigilancia y control del cumplimiento de las obligaciones del operador del servicio, corresponden a la interventoría; no obstante lo anterior y por tratarse de la administración de recursos públicos, corresponde a las Superintendencias de Servicios Públicos Domiciliarios y de Industria y Comercio, así como a la Contraloría General de la República, de conformidad con las competencias otorgadas a cada una de estas entidades, velar por la buena utilización de los recursos. Así mismo, corresponde a los alcaldes municipales o distritales directamente o por conducto de sus agentes, ejercer la vigilancia y control durante la ejecución de las obras, con el fin de asegurar el cumplimiento de la licencia de urbanismo o de construcción y de las demás normas y especificaciones técnicas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial, sin perjuicio de las facultades atribuidas a los funcionarios del Ministerio Público y de las veedurías en defensa tanto del orden jurídico, del ambiente y del patrimonio y espacios públicos, como de los intereses de la sociedad en general y los intereses colectivos. De conformidad con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994, a la Superintendencia de Servicios Públicos le corresponde vigilar y controlar el cumplimiento de las leyes y actos administrativos a los que estén sujetos quienes presten servicios públicos, en cuanto el cumplimiento afecte en forma directa e inmediata a usuarios determinados y sancionar sus violaciones, siempre y cuando esta función no sea competencia de otra autoridad. De conformidad con los Decretos 2153 de 1992 y 2269 de 1993 y demás normas aplicables, a la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC- le corresponde velar por el cumplimiento de las disposiciones sobre protección al consumidor, realizar las actividades de verificación de cumplimiento de los Reglamentos Técnicos

sometidos a su control, supervisar a los organismos de certificación, inspección, laboratorios de pruebas y ensayos y de metrología y vigilar su cumplimiento en las instalaciones de alumbrado público y en general en las instalaciones que no sean destinadas a la prestación del servicio de alumbrado público. La vigilancia del ejercicio profesional de las personas calificadas que intervienen en las instalaciones de iluminación y alumbrado público es competencia de los Consejos Profesionales correspondientes. Los Curadores Urbanos, en ejercicio de sus funciones, para el otorgamiento de las licencias de urbanización y construcción, deberán exigir el cumplimiento de las normas contenidas en los reglamentos técnicos en cuanto al aprovechamiento de la luz natural en las edificaciones.³⁰

6.3.3 Planes de mejoramiento. La Contraloría General de la República, efectúa anualmente una revisión general de los sistemas de alumbrado público municipal y distrital, a través de la División de Vigilancia Fiscal de la Contraloría Delegada del Sector de Minas y Energía; lo anterior en cumplimiento de las disposiciones emanadas del artículo 267 de la Constitución Nacional y del artículo No. 12 del decreto 2424 del 18 de julio de 2006 del Ministerio de Minas y Energía. Una vez recopilada la información y efectuadas las inspecciones en sitio, se produce un informe que fundamentalmente representan hallazgos o anomalías que pueden ser de carácter administrativo, fiscal, disciplinario y penal. La administración municipal o distrital, en compañía del operador del servicio y la interventoría, deberán elaborar el Plan de Mejoramiento, el cual consiste en acciones que lleven a solucionar las diferentes anomalías, deficiencias o fallas encontradas. Es de mucha importancia que la elaboración del plan, contemple actividades que sean realizables, debido a que la Contraloría efectúa su seguimiento y cumplimiento, generando las sanciones correspondientes. Luego de pasado el primer año de la auditoría, la entidad realizará la programación de una nueva auditoría para velar que se halla puesto en marcha y cumplido el plan de mejoramiento y si emergen nuevos hallazgos o anomalías en la administración integral del servicio.

³⁰ Proyecto de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

7. HIGIENE, SEGURIDAD, AMBIENTE Y CALIDAD

Para complementar la gestión de mantenimiento, es necesario desarrollar actividades tendientes a garantizar el bienestar y la seguridad de los colaboradores o equipo de trabajo, evitar cualquier tipo de afectación del medio ambiente y realizar todas las actividades inherentes a la prestación del servicio con un alto nivel de calidad y eficiencia. Con base en lo anterior se describen en el presente capítulo las actividades más importantes relacionadas con estos tópicos que adicionalmente en los temas de higiene, seguridad y medio ambiente son exigidos en la legislación colombiana y en lo referente a la gestión de la calidad es una exigencia del mercado para que las empresas o entidades puedan competir en equilibrio de condiciones.

7.1 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

El Ministerio de la Protección Social en Colombia, se encarga de velar por el cumplimiento de la normatividad vigente en el aspecto de la higiene, salud ocupacional y seguridad de los trabajadores. Es así como a través de unas leyes se han establecido disposiciones tendientes a garantizar o por lo menos propender por la buena salud del trabajador. En la ley 9 de 1979 se consagra que: *“la salud de los trabajadores es una condición indispensable para el desarrollo económico del país, su preservación y conservación son actividades de interés social y sanitario en la que participa el gobierno y los particulares”*. Lo anterior es solo un ápice referente al tema, ya que las normas sobre higiene, salud ocupacional y seguridad industrial han mantenido un constante cambio con la finalidad de incluir y suplir las exigencias en la materia, emanadas de organismos internacionales como la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y otras. A continuación se describen algunas de las más importantes acciones, implementación y documentos que se deben generar para además de cumplir con la reglamentación vigente, se propicie una buena y segura salud integral de los colaboradores.

7.1.1 Programa de salud ocupacional P. S. O. Es el conjunto ordenado de todas las medidas de intervención sobre los riesgos, de acuerdo con un orden de prioridades establecido en el panorama de riesgos y donde las actividades se establecen en una secuencia de tiempos determinados, de acuerdo con los objetivos y el cronograma de trabajo.³¹ Es la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de medicina preventiva, medicina del trabajo, higiene y seguridad industrial, tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria. Las actividades del programa tienen como finalidad evitar accidentes de trabajo, así como enfermedades laborales o del trabajo.³² Los programas de salud ocupacional diseñados y desarrollados en forma adecuada son la más efectiva medida para incrementar la productividad, incentivar el recurso humano y disminuir la accidentalidad, cuya incidencia afectará notablemente el ritmo de la producción y la conservación de máquinas, herramientas e instalaciones. Además, al disponer de ambientes saludables, no solo se evitarán enfermedades profesionales sino que se proporcionará bienestar al trabajador.

Tabla 15. Apartes del modelo de P. S. O. en alumbrado público

QUE SE VA A HACER	QUIEN ES RESPONSABLE	CUANDO SE VA A HACER	DONDE SE VA A HACER	PARA QUE SE VA A HACER	COMO SE VA A HACER
VIDA SALUDABLE Actividades lúdicas	Administrador y Copaso.	Cada trimestre	Escenarios deportivos	Mejorar estado físico - mental	Desplazar personal a escenarios
CAPACITACIONES Riesgo Eléctrico Estrés laboral	ARP y Copaso ARP y Copaso	Semestral Semestral	Instalaciones de la empresa Instalaciones de la empresa	Capacitar personal Entrenar para el manejo	Contratar especialista Asesoría de la ARP
DOTACIONES Botiquines de primeros auxilios Extintores	Copaso y jefe de compras Copaso y jefe de compras	Inmediato Inmediato	Instalaciones de la empresa Instalaciones de la empresa	Contar con elementos de atención Seguridad contra incendios	Orden de compra a proveedor Orden de compra a proveedor

³¹ Salud ocupacional. Posgrado en gerencia de mantenimiento. César Augusto Vera García.

³² Resolución 1016 de 1989. del Ministerio de la Protección Social.

MEJORAS LOCATIVAS Arreglos de la iluminación	Gerente y jefe de compras	En 3 meses	Instalaciones de la empresa	Mejorar los niveles luminosos Prevención de accidentes	Orden de compra a proveedor Proveedor especializado
Instalación de señalización	Copaso y jefe de compras	En 1 mes	Instalaciones de la empresa		
MEDICIONES Iluminación, ruido y radiaciones	Gerente, Copaso y ARP	Semestral	Instalaciones de la empresa	Determinar condiciones	Proveedor especializado

Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

7.1.2 Reglamento interno de trabajo. Es el conjunto de normas que determinan las condiciones a que deben sujetarse el empleador y los trabajadores en sus relaciones de trabajo. En aquellas disposiciones del reglamento de trabajo que afecten directamente a los trabajadores, como son las escalas de sanciones y faltas y el procedimiento para formular quejas, el empleador debe escuchar a los trabajadores y abrir el escenario propio para hacer efectiva su participación. El Ministerio de la Protección Social, deberá solicitar a los trabajadores su criterio en relación con la aprobación del reglamento de trabajo en materias que pueden afectar sus derechos; se deben tener en cuenta la ley, la Constitución y los convenios internacionales que consagren derechos de los trabajadores. Los reglamentos que contemplen restricciones deberán ser modificados, con el propósito de eliminar cualquier limitante que no garantice condiciones de equidad y no podrán contemplar limitantes de edad, sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión u opinión política o filosófica. Corresponde al Ministerio de la Protección Social ejercer la vigilancia y sancionar a quienes violen las disposiciones a través de multas sucesivas y procesos sumarios. Todo empleador que ocupe más de cinco (5) trabajadores de carácter permanente en empresas comerciales o más de diez (10) en empresas industriales, está obligado a tener un reglamento de trabajo. El reglamento de trabajo se incorpora al contrato individual de cada trabajador y su observancia es obligatoria.³³

³³ Cartilla Laboral Legis 2006, 20ª Edición. Legis Editores S.A.

7.1.3 Reglamento de higiene y seguridad industrial. Es un documento que debe presentar toda empresa ante el Ministerio de la Protección Social, donde se establecen algunos compromisos por parte de estas, para garantizar un ambiente higiénico y seguro para sus colaboradores.

Tabla 16. Principales riesgos para los trabajadores en alumbrado público

SECCIÓN	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ORIGEN DEL RIESGO
Área Operativa	Eléctrico	Contacto directo	Conexión de luminarias.
	Mecánico	Caída de altura	Trabajo en redes eléctricas.
	Mecánico	Choque de Vehículos	Desplazamiento hacia los sitios de trabajo.
	Mecánico	Atropellamiento por vehículos	Incumplimiento de las normas de señalización por terceros.
	Mecánico	Elementos corto punzantes	Manejo de herramientas manuales.
	Ergonómico	Carga de trabajo dinámica	Posición durante el desarrollo de la actividad.
	Ergonómico	Carga de trabajo dinámica	Levantamiento y desplazamiento de luminarias y herramientas.
Área Administrativa	Ergonómico	Carga de los sentidos	Digitalización de los datos
	Ergonómico	Carga de los sentidos	Fijación de la visión en los monitores de los computadores.
	Ergonómico	Carga postural estática	Postura sentada prolongada durante toda la jornada laboral.
	Psicosocial	Contenido de la tarea	Atención a clientes internos y externos personal y telefónico.

Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Figura 37. Trabajador de alumbrado público con todos sus E. P. P.



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Dentro de las obligaciones contraídas por las empresas en los reglamentos de higiene y seguridad industrial se tienen las siguientes:

- Cumplir con las disposiciones legales vigentes tendientes a garantizar los mecanismos que aseguren una adecuada y oportuna prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Promover y garantizar la constitución y funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional de acuerdo a lo establecido por la ley.
- Destinar los recursos para desarrollar actividades permanentes del programa de salud ocupacional, como mínimo los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo el de higiene y seguridad industrial.
- Definir los riesgos de tipo físico, químico, ergonómico, psicosocial, mecánico y eléctrico existentes, de los cuales la empresa ejerce su control en la fuente, en el medio transmisor o en el trabajador.
- La empresa y sus trabajadores darán estricto cumplimiento a las disposiciones legales, así como a las normas técnicas e internas que se adopten para lograr la implantación de las actividades de medicina preventiva del trabajo, higiene y seguridad industrial.
- Implementar un proceso de inducción del trabajador a las actividades que debe desempeñar, capacitándolo respecto a las medidas de prevención y seguridad que exija el medio ambiente laboral y labor específica.
- El reglamento entra en vigencia a partir de la aprobación impartida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y durante el tiempo que la empresa conserve sin cambios sustanciales que limiten su vigencia. Este permanecerá exhibido, en por lo menos un lugar visible del local de trabajo y su contenido se dará a conocer a todos los trabajadores en su ingreso.

7.1.4 Panorama de riesgos. Es el reconocimiento pormenorizado de los factores de riesgo a que están expuestos los distintos grupos de trabajadores en una empresa específica, determinando en éste los efectos que pueden ocasionar a la salud de los trabajadores y la estructura organizacional y productiva de la

empresa. Los resultados se recopilan en un documento básico que permite reconocer y valorar los diferentes agentes con el fin de establecer prioridades preventivas y correctivas que conlleven a mejorar la calidad de vida laboral.³⁴

Figura 38. Riesgos en alumbrado público (caídas de altura y riesgo eléctrico)



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Un Panorama de Factores de Riesgo Ocupacionales debe cumplir los siguientes requisitos:

- ➔ Partir del tipo de proceso, oficio y operación productiva que se realiza. Por tanto, hay que tener en cuenta todas las tareas, materias primas, equipos, la organización y división del trabajo que conforman el proceso productivo.
- ➔ Lograr un análisis global del ambiente de trabajo involucrando aspectos técnicos, organizacionales y de salud, realizando actividades conjuntas de las diferentes disciplinas que componen la salud ocupacional como medicina, higiene, seguridad, ergonomía y psicología entre otros.
- ➔ Actualizar periódicamente la información del Panorama, por lo tanto su recolección debe ser sistemática y permanente, de modo que permita identificar y

³⁴ Panorama de factores de riesgo ocupacional, Bienestar Universitario – Universidad del Valle.

evaluar nuevos procesos y operaciones de la producción, cambios en las materias primas, maquinaria y equipos empleados.

→ Permitir evaluar las consecuencias y/o efectos más probables, programas de prevención en función de las prioridades resultantes en el diagnóstico que se establezca, permitiendo promoverlas a través de sistemas de vigilancia del ambiente y personas expuestas.

Se debe identificar cada una de las secciones de la empresa donde se trabaja. Al tiempo que se realizan estas actividades, es importante revisar y analizar la información existente sobre accidentalidad y morbilidad relacionada con el trabajo, ya que estos datos aportan elementos de juicio para ayudar a la detección de los riesgos ocupacionales existentes en el área estudiada. Es importante observar y describir cada una de las etapas del proceso productivo del área estudiada, siguiendo el orden secuencial en que este proceso se desarrolla. La información debe precisar cuáles son los insumos y equipos utilizados, la descripción de cada una de las etapas del proceso productivo y el producto final obtenido.³⁵

7.1.5 Programas de prevención de riesgos. Con la finalidad de evitar o mitigar los efectos ocasionados por los accidentes laborales o enfermedades profesionales, las empresas deben diseñar, elaborar e implementar algunos programas de prevención de los riesgos existentes, desde sus dimensiones técnicas, sociales, culturales y económicas. Es necesario relacionar elementos epistemológicos que permitan una construcción conceptual alrededor de hombre trabajador, trabajo, salud y riesgo. Se debe favorecer el estudio y análisis de los modelos de organización de la producción y de los métodos de estudio del trabajo, enfocados a la comprensión de la génesis del riesgo. Es fundamental tener un nuevo enfoque para la gestión de la seguridad y de la salud en el trabajo, a partir de modelos que contemplen el significado y la representación que tiene la población laboral, en torno a estos dos elementos. Se requiere estudiar la

³⁵ Panorama de factores de riesgo ocupacional. Bienestar Universitario – Universidad del Valle.

exposición de los trabajadores, en los diversos escenarios de los sistemas productivos y de las organizaciones y gestionar las acciones de prevención, a través de la aplicación de métodos que permitan comprender la representación del peligro, del riesgo y del error, como fuentes de identificación de líneas de acción, así mismo identificar las necesidades reales e integrar los programas de prevención y gestión del riesgo a la vida laboral de los trabajadores.

Figura 39. Señalización y utilización de E. P. P. para prevenir accidentes.



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

Algunos de los principales programas de prevención que se pueden adoptar son:

- ➔ Exámenes médicos laborales de ingreso y egreso a cada trabajador.
- ➔ Mediciones periódicas de nivel de ruido y audiometrías a los trabajadores.
- ➔ Revisión permanente de los niveles de iluminación y ventilación de las áreas de trabajo. Exámenes periódicos de agudeza visual con tamizaje.
- ➔ Programa de columna sana, educación e higiene postural (ergonomía) y mediciones antropométricas a los trabajadores.
- ➔ Talleres de riesgos psicosociales, estilos de vida saludable y manejo del estrés laboral.

- Capacitación permanente sobre el uso adecuado de los elementos de protección personal. Inspecciones de condiciones o estado.
- Programa de prevención de accidentes automovilísticos. Manejo defensivo.
- Capacitación permanente sobre los diferentes tipos de riesgos existentes, principalmente eléctrico y trabajo en alturas.

7.1.6 Inspecciones de seguridad. Para apoyar el programa de seguridad industrial, las empresas deben desarrollar inspecciones periódicas en todas las áreas, que faciliten la identificación, valoración y control de los factores de riesgo ocupacional que puedan generar accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales. Los coordinadores del programa de salud ocupacional, jefes de sección e ingenieros deben participar en las inspecciones y acompañar al COPASO cuando este las realice, para en forma conjunta definir y diseñar las acciones tendientes a minimizar o suprimir dichos riesgos.³⁶ Las inspecciones de seguridad tienen como finalidad las siguientes:

- Identificar las deficiencias de los equipos y detectar los actos inseguros.
- Percibir efectos que producen los cambios en equipo, material y procesos.
- Consolidar la información para elaborar el panorama de factores de riesgo.
- Eliminar las causas de lesiones e incendios.
- Evitar el desperdicio de energía.
- Disponer un mayor aprovechamiento del espacio.
- Ayudar a controlar posibles daños a la propiedad.
- Estimular en los trabajadores mejores hábitos laborales.
- Mejorar la apariencia de las diversas áreas de la empresa.
- Hacer seguimiento a la evolución de medidas correctivas sugeridas.

³⁶ COLMENA ARP. Riesgos profesionales.

7.1.7 Planes de prevención y atención de emergencias. Las condiciones ambientales y sociales en los lugares de trabajo hacen necesario y conveniente estar preparados para afrontar con éxito las posibles situaciones de emergencia que se puedan presentar en las empresas. Los planes para la prevención y atención de emergencias se diseñan con el fin de minimizar las consecuencias y la severidad de posibles eventos catastróficos que por diferentes causas pueden presentarse.

Figura 40. Atención de emergencia por inundación en alumbrado público



Fuente: Iluminaciones del Alto Magdalena S.A. – IAMSA S.A.

La efectividad de un plan de emergencia no depende exclusivamente del nivel de capacitación técnica y profesional de quienes los ejecutan, sino del trabajo en equipo y la disposición de cada uno de los empleados para poner en práctica las normas establecidas. El líder de seguridad tiene un papel muy importante antes, durante y después de cada emergencia, por lo tanto, es trascendental que conozca los conceptos y procedimientos básicos para cada uno de los eventos.

Una emergencia es una situación que implica un estado de perturbación ocasionado por la existencia de un hecho no deseado; inevitablemente en ocasiones se presentan situaciones que se salen de las manos y generan riesgos. La finalidad entonces de los planes de emergencia es el de definir los procedimientos para actuar en caso de desastre o amenaza colectiva y desarrollar en las personas destrezas y condiciones, que les permitan responder rápida y coordinadamente frente a una emergencia.³⁷ Los eventos de emergencias sobre los cuales regularmente se elaboran los planes son:

- Concentraciones masivas y disturbios.
- Inundación, marejada, tsunami, etc.
- Incendio.
- Llamada de amenaza.
- Terremoto, sismo o movimiento telúrico.
- Atraco o terrorismo.
- Evacuación.

7.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD

La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC). Esta acreditación demuestra que la organización está reconocida por más de 640.000 empresas en todo el mundo. Cada seis meses, un agente de registradores realiza una auditoría de las empresas certificadas con el objeto de asegurar el cumplimiento de las condiciones que impone la norma. De este modo, los clientes de las empresas

³⁷ ARP SURATEP Riesgos profesionales. Manejo de emergencias.

registradas se libran de las molestias de ocuparse del control de calidad de sus proveedores y, a su vez, estos proveedores sólo deben someterse a una auditoría, en vez de a varias de los diferentes clientes. Los proveedores de todo el mundo deben ceñirse a las mismas normas.³⁸

7.2.1 Manuales y procedimientos. Uno de los requisitos de la norma ISO 9001:2000 requiere que la documentación del sistema de gestión de calidad de una organización debe comprender también un manual de calidad. Este documento detalla el sistema de gestión de calidad, describe la autoridad, las interrelaciones y las responsabilidades del personal autorizado a efectuar, gestionar y/o verificar el trabajo relacionado con la calidad de los productos y/o servicios incluidos en el sistema. Además, ofrece los procedimientos o las referencias para todas las actividades que constituyen el sistema de gestión de calidad con el fin de garantizar la conformidad respecto a los requisitos prescritos por la norma. El manual debe contener las secciones que están directamente relacionadas con las áreas del sistema de gestión de calidad ISO 9001:2000. Cada declaración debe estar soportada por la información específica relacionada con los procedimientos que describen los métodos utilizados para implementar los requisitos pertinentes. El manual se utiliza internamente para orientar a los empleados de la empresa con respecto a los diversos requisitos de la norma que deben ser cumplidos y mantenidos, con el propósito de asegurar la satisfacción del cliente, la mejora continua y brindar las directivas necesarias que generen una potente fuerza laboral.³⁹ Las secciones que debe comprender el manual son las siguientes:

- Sección 1: Alcances
- Sección 2: Referencias normativas
- Sección 3: Definiciones
- Sección 4: Sistema de Gestión de la Calidad

³⁸ Información y herramientas sobre ISO 9001. www.9001-Colombia.com

³⁹ Información y herramientas sobre ISO 9001. www.9001-Colombia.com

- Sección 5: Responsabilidad de la dirección
- Sección 6: Gestión de los recursos
- Sección 7: Realización del producto
- Sección 8: Medida, análisis y mejora

El manual de calidad y procedimientos, detalla el SGC y describe las interrelaciones y las responsabilidades del personal autorizado para efectuar, gestionar o verificar el trabajo relacionado con la calidad de los productos o servicios incluidos en el sistema. Se deben incluir planillas para facilitar la creación de nuevos procedimientos, instrucciones de trabajo específicas y formularios. Se trata de elaborar procedimientos completos que puedan ser adaptados a las necesidades de la empresa. Además, estos deben estar escritos de manera clara y concisa. Los procedimientos y el resto de la documentación funcionan conjuntamente y se diseñan cuidadosamente para:

- identificar las metas y los objetivos de cada proceso
- recolectar información
- mejorar los procesos
- emplear el sistema de administración de calidad.

7.2.2 Indicadores de gestión. Todas las actividades pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones son señales para monitorear la gestión, así se asegura que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. Debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la de toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual dan cuenta. Establecer un sistema de indicadores

debe involucrar tanto los procesos operativos como los administrativos en una organización, y derivarse de acuerdos de desempeño basados en la Misión y los Objetivos Estratégicos.

Los indicadores en conjunto pueden proporcionar un panorama de la situación de un proceso, de un negocio, de la salud de un enfermo o de las ventas de una compañía; estos permiten tener control adecuado sobre una situación dada; la principal razón de su importancia radica en que es posible predecir y actuar con base en las tendencias positivas o negativas observadas en su desempeño global. Los indicadores son una forma clave de retroalimentar un proceso, de monitorear el avance o la ejecución de un proyecto y de los planes estratégicos, entre otros y son más importantes si su tiempo de respuesta es inmediato, ya que de esta manera las acciones correctivas son realizadas sin demora y en forma oportuna. Los indicadores que engloben fácilmente el desempeño total del negocio deben recibir la máxima prioridad.⁴⁰ Los indicadores técnicos de gestión más utilizados en la gestión de mantenimiento en alumbrado público son los siguientes:

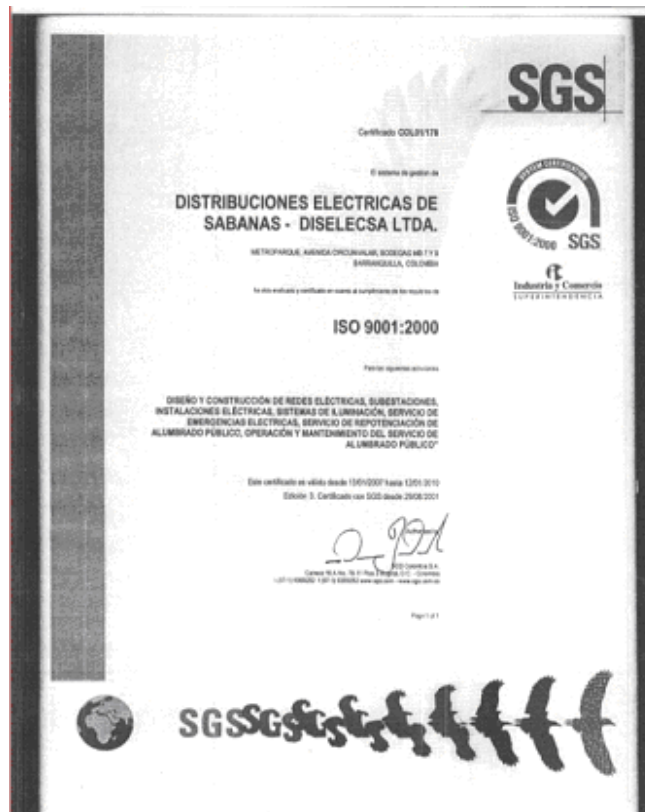
- Indicador de cumplimiento: $Ic = \text{OTR cumplidas durante el día} / \text{OTR pendientes para el día siguiente}$.
- Indicador de calidad: $Iq = \text{OTR revisadas OK} / \text{OTR revisadas}$.
- Indicador de satisfacción cliente: $I_s = \text{OTR de fono servicio OK} / (\text{OTR recibidas por usuarios} - \text{OTR sin respuesta de confirmación con el usuario})$.
- Indicador de eficiencia cuadrilla: $I_e = \text{OTR atendidas antes de 3 días} / \# \text{ Total de OTR mensual}$.
- Indicador de rendimiento: $I_r = (\text{Costos proyectados} - \text{Costos reales}) / \text{Costos proyectados}$.

7.2.3 Normalización de procesos y certificación. La normalización es un proceso mediante el cual las características de un producto o servicio quedan

⁴⁰ Pérez Jaramillo Carlos Mario. Los indicadores de gestión. Soporte & Cía. Ltda.

reflejadas en un documento determinado “Norma”. Esto se consigue tras el acuerdo de todos los grupos de interés en ese producto o servicio como son: fabricantes, usuarios, autoridades, asociaciones profesionales, etc. Con base en lo anterior se puede definir la certificación como el resultado de un proceso por el que los evaluadores o auditores de la entidad de certificación, examinan la conformidad del producto, servicio o sistema de gestión, de acuerdo con los requisitos de la norma. Una vez determinada la conformidad se emite el documento público o certificado dando fe del resultado del examen.⁴¹

Figura 41. Certificado de calidad en alumbrado público de una empresa



Fuente: Distribuciones Eléctricas de Sabanas Ltda. – DISELECSA LTDA.

Los certificados de calidad deben contener lo siguiente:

- ➔ Periodo de validez del documento.

⁴¹ ISO 9001. BUREAU VERITAS Certification.

- Alcance del certificado: a que tipo de productos se aplica.
- Norma de referencia utilizada. Características del producto o servicio que ampara el certificado.
- Entidad u organismo que emite el certificado luego del examen.
- Información sobre el fabricante u organización que ostenta el certificado.

Los procesos que debe seguir una certificación de un producto o servicio inician con un acuerdo entre la empresa y la certificadora sobre la norma o referencia que debe utilizarse para el proceso de certificación y cuales son las características certificables. Luego se debe definir el propio proceso: el alcance, los ensayos, los procedimientos de muestreo, etc. A continuación se realiza una evaluación documental, se examinan los documentos que contienen las prácticas de la empresa en relación con la certificación en curso. Finalmente se lleva a cabo una investigación in-situ para confirmar lo establecido en los documentos. Una vez que se han subsanado las no – conformidades encontradas, el auditor recomienda la certificación que, una vez aprobada por el comité de certificación del organismo, será emitida. Periódicamente, dentro del plazo de validez del certificado, se realizan evaluaciones de seguimiento de las condiciones de certificación. La necesidad de generar en el cliente (tanto usuario o consumidor final como empresas que incorporan a sus procesos los productos adquiridos) confianza en los productos y servicio ofrecidos, así como la creciente necesidad de diferenciarse de la competencia en un mercado que exige más competitividad, aumenta el nivel de exigencia y expectativas hacia el producto o servicio, generando en las empresas la búsqueda de la certificación.

8. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un soporte indispensable en el desarrollo de la gestión para alumbrado público lo constituye sin duda alguna el sistema de información, el cual debe ser estructurado de tal forma que se convierta en una herramienta efectiva en el momento que se requiera contar con información específica de carácter técnico, administrativo y financiero. La complejidad en el marco operativo industrial de la función mantenimiento se debe básicamente a la inmensidad de circunstancias, variables, parámetros y datos que para la toma de decisiones debe conciliar. De ahí que en mantenimiento exista la imperiosa necesidad de hablar del “Sistema de Información” como el mejor camino para la solución eficiente de la problemática diaria de la gestión integral de mantenimiento, visto siempre como ente de servicio, hacia los fines productivos de la organización. En este capítulo se muestra un modelo de sistema de información para la gestión de mantenimiento en alumbrado público, el cual sirve de referencia para elaborar el específico.

Figura 42. Sistema de información (software) para mantenimiento en A. P.



8.1 PARAMETRIZACIÓN DEL SISTEMA

La parametrización del sistema de información debe contemplar aspectos tales como la planeación, presupuestación, programación, ejecución, registro histórico y evaluación permanente, sobre toda actividad de mantenimiento, de forma tal que con la información que de este se obtenga, puedan los directores o jefes de mantenimiento, tomar decisiones acertadas sobre rendimientos, rentabilidad, reposición de equipos y la aplicación de variados indicadores de gestión. Además de lo anterior, debe considerar el análisis y diseño y/o selección de un sistema de información de mantenimiento, que soporte la función logística de las diversas áreas involucradas en el mantenimiento, recopilando y procesando toda la información pertinente a las actividades relacionadas. En síntesis el sistema de información de garantizar un eficiente manejo de la información sobre historia de mantenimiento, desde donde es posible generar reportes periódicos sobre índices, tendencias, comportamiento de equipos, fallas mas frecuentes, costos por muy variados conceptos de agrupamiento, proyecciones para presupuestos, detalle y resumen de repuestos consumidos y mucho más. Además como apoyo en los procesos de conservación de energía, eliminación de fugas, reducción de accidentes, incremento de la seguridad, reducción de la contaminación, etc., para el logro integral de una mejora continua.⁴² El software del sistema de información para adelantar la gestión de mantenimiento se divide en tres módulos principales los cuales se describen en detalle a continuación.

8.2 MÓDULO DE MANTENIMIENTO

Este módulo es el eje técnico de la función de mantenimiento en alumbrado público, el cual debe estar desarrollado en función de la parte operativa y su conexión directa con el almacén y la gestión administrativa; es decir con base en la información ingresada y procesada en este módulo se generaran modificaciones en los otros. Está fundamentalmente constituido por cuatro subrutinas que son el ingreso de las solicitudes de servicio requeridas por los usuarios o por la

⁴² Pinilla Celis Pablo Emilio. Sistemas de Información. Especialización en gerencia de mantenimiento.

realización de las inspecciones nocturnas; la posterior generación de las órdenes de trabajo, luego la intervención propia del mantenimiento y finalmente el control de la ejecución de los trabajos correspondientes.

8.2.1 Solicitudes de servicio. En esta sección del sistema de información se ingresan todos los datos correspondientes a la solicitud efectuada por los usuarios del servicio, los cuales son nombre del usuario, dirección del servicio, teléfono de contacto, características iniciales de las fallas o averías (luminaria apagada, intermitencia, hurto, vandalismo, poda de árbol, etc.). En la figura 43 se muestra un modelo de solicitud de servicio del sistema de información.

Figura 43. Solicitudes de servicio del sistema de información.

LOGO DEL OPERADOR		ALUMBRADO PUBLICO MUNICIPAL	
Reporte de Solicitud de Servicio			
No. DE SOLICITUD	FECHA DE SOLICITUD	TELEFONO	
NOMBRE DE USUARIO		DIRECCION	
DESCRIPCION DE SOLICITUD		BARRIO	

8.2.2 Órdenes de trabajo. Una vez ingresada en el sistema la solicitud de servicio, el programa genera las órdenes de trabajo correspondientes, las cuales se imprimen, se clasifican por parte del supervisor, se entregan a la(s) cuadrilla(s) y se consigna en el registro de entrega con los códigos correspondientes. Los procedimientos para la ejecución de las órdenes de trabajo se encuentran descritos en los protocolos de mantenimiento correctivo Nos. 001, 002 y 003.

Luego de ejecutadas las órdenes de trabajo, la información contenida en éstas se ingresa al sistema de información para actualización de la base de datos (estadística, consumo de materiales, hoja de vida de luminaria, etc., movimiento de inventarios, informes, etc.). En la figura 44 se muestra una orden de trabajo del sistema de información.

Figura 44. Órdenes de trabajo del sistema de información

Microsoft Access
ingr_solicitud
ORDEN DE TRABAJO

LOGO DEL OPERADOR

No DE SOLICITUD: FECHA SOLICITUD: 04/04/2006
 NOMBRE USUARIO: HECTOR VARGAS TELEFONO: 8360111
 DIRECCION: MZ F CASA 15 BARRIO: MAGDALENA
 DESCRIPCION DE SOLICITUD: 4 LAMPARAS DAÑADAS

COD LUMINARIA	FECHA REVISION		COD CUADRILLA
	Instalada	Retrada	
Conector #1			
Conector #2			

Observaciones:

OPERARIO: _____ FIRMA DEL USUARIO: _____ RECEPCIONISTA: _____

Registro 1 de 2416

8.2.3 Intervención en taller. En el evento que las luminarias, reflectores o fotocontroles no puedan ser intervenidos directamente en el sitio donde se encuentran instalados, se deben seguir los procedimientos descritos en los protocolos de mantenimiento correctivo No. 004, 005 y 006. Luego de la intervención de los dispositivos en taller, las órdenes de trabajo son nuevamente entregadas a las cuadrillas para su instalación; una vez ejecutadas, la información allí contenida se ingresa al sistema de información, para que se genere la actualización correspondiente. En la figura 45, se muestra un formato del sistema de información, para el mantenimiento de las luminarias en el taller.

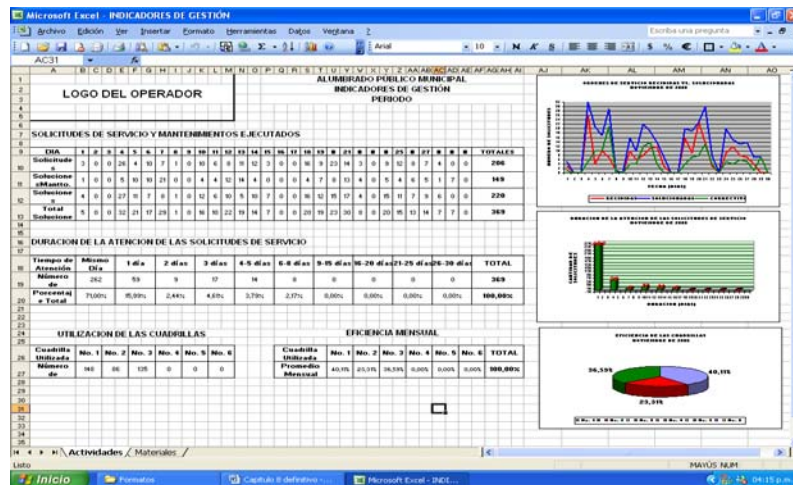
Figura 45. Formato de mantenimiento en taller del sistema de información

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following sections:

- LOGO DEL OPERADOR**: A large empty box for the operator's signature.
- REPORTE DE LUMINARIAS EN MANTENIMIENTO**: A section with input fields for 'CODIGO SERVICIO', 'DIRECCION', 'BARBIO', 'DATOS LUMINARIA RETIRADA', 'CODIGO', 'POTENCIA', 'MARCA', 'FECHA DE RETIRO', and 'FIRMA OPERARIO'.
- MATERIAL UTILIZADO EN TALLER**: A section with checkboxes for 'BALASTO', 'CONDENSADOR', 'SOPORTE', 'CONEX. INTER.', 'BASE', 'ARRANCADOR', 'PIRUFIA', 'BORNERIAS', 'BOMBILLO', 'FOTOCELDA', 'ALAMBRE', and 'REVISION GRAL.'.
- FECHA DE REPARACION** and **FECHA DE REPOSICION O REINSTALACION**: Input fields for dates.
- FIRMA DEL OPERARIO**: A signature line.

8.2.4 Control de ejecución. La sección correspondiente al control de ejecución, está directamente ligada con los indicadores de la gestión; es decir que allí se ingresan y procesan los datos relacionados con el número de solicitudes de servicio, cumplimiento de las órdenes de trabajo, eficiencia diaria y mensual de las cuadrillas, niveles de eficiencia del sistema, calidad del servicio y estadísticas de la satisfacción de los usuarios a través de las encuestas telefónicas.

Figura 46. Control de ejecución de servicios del sistema de información

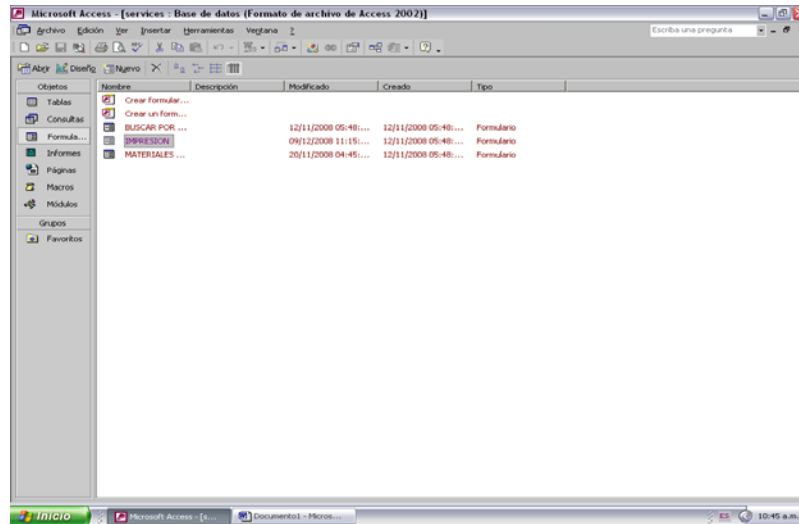


8.3 MÓDULO DE ALMACÉN

Este módulo debe garantizar al área operativa contar con los elementos adecuados, necesarios, suficientes y a tiempo para desarrollar eficientemente la prestación del servicio de alumbrado público; es decir que si no se cuenta con un programa que cumpla con los requisitos anteriormente descritos, difícilmente se realizará una óptima labor. El buen manejo de los inventarios de materiales, herramienta y equipos; un eficiente cadena de suministros que involucre estricto cumplimiento de los proveedores, y una programación acertada de compras y pagos, permitirá la realización de una eficiente prestación del servicio de alumbrado público, generando una relación ganar – ganar entre el municipio o distrito – operador del sistema – usuario del servicio.

8.3.1 Manejo de inventarios. El acertado manejo de los inventarios genera grandes beneficios en dos aspectos fundamentales; uno de los cuales es contar siempre con todos los insumos necesarios para adelantar a tiempo la prestación del servicio y otro radica en el aspecto financiero; no es un secreto que los sobre y sub inventarios acarrearán trastornos y sobre costos financieros en los flujos de caja. Lo anterior se constituye en razones de gran validez para racionalizar y optimizar el manejo de los inventarios de los almacenes o bodegas de los operadores del sistema de alumbrado público. El sistema de información debe contener una sección que aplique una buena técnica de manejo y pronóstico de inventarios convencional o tradicional, futurística, proyectiva, prospectiva, etc. En la figura 47 se muestran los formularios de la base de datos del sistema de información.

Figura 47. Formulario para control de inventarios del sistema de información

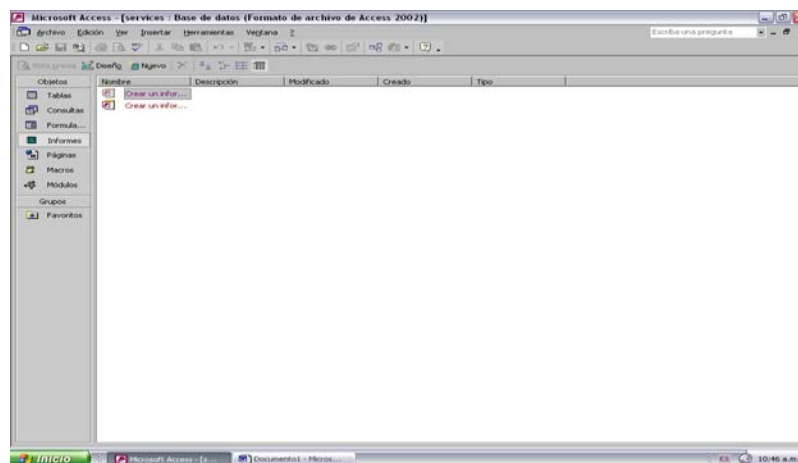


8.3.2 Consumos, requisiciones de materiales y proveedores. Es de gran importancia contar con una cadena eficiente de requisición y suministro de materiales, con la finalidad de evitar los sobre inventarios o en su defecto la falta de algún tipo de elemento requerido para adelantar la operación y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público. Con base en lo anterior, es fundamental que los proveedores involucrados en el proceso, garanticen en tiempo y cantidad las requisiciones derivadas del sistema de información, este grupo de proveedores debe estar muy bien seleccionado y con el conocimiento de su tiempo de respuesta, se deben programar las órdenes de compra o de suministro. El operador se debe apoyar en los informes y control de inventarios del sistema de información para generar las mencionadas requisiciones de material. En la figura 48, se muestra el manejo de las entradas y salidas del almacén para el control de los inventarios de materiales, herramientas y equipos, así como para la generación de las órdenes de compra a proveedores.

mantenimiento y almacén es confiable, el administrador podrá contar en cualquier momento con la información que permita tomar decisiones acertadas sobre órdenes de compra, incremento de personal, pronósticos de inventario, proyección de pagos a proveedores, etc. Así mismo, tendrá información exacta del consumo de materiales, utilización de equipos, costos temporizados, indicadores de gestión, etc. El sistema de información en alumbrado público, debe contemplar la inclusión de este módulo para uso exclusivo de la gerencia o dirección ya que este servirá de soporte para la elaboración de informes ejecutivos requeridos en las juntas directivas y por parte de las entidades de vigilancia y control.

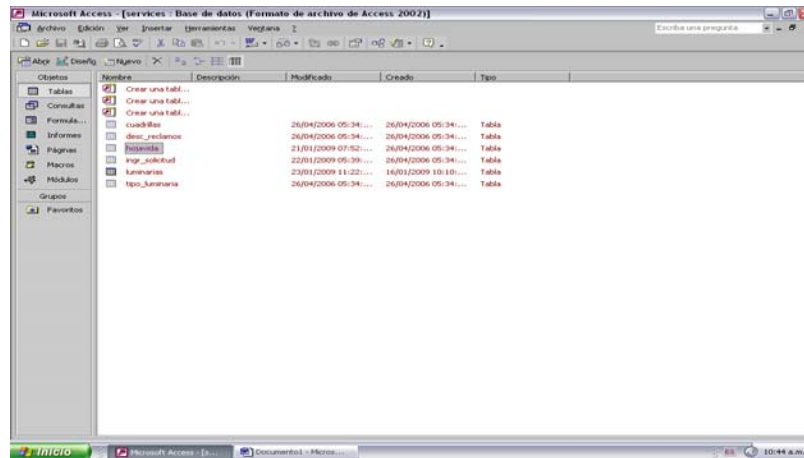
8.4.1 Reportes e informes. La dirección o gerencia del sistema de alumbrado público, requiere soportes para la comprensión de la gestión administrativa y técnica desarrollada durante determinados periodos de tiempo, por parte de las juntas directivas de las empresas accionistas del operador del servicio o con la finalidad de ser entregadas a las entidades de control. El sistema de información debe contener una sección que permita la visualización e impresión de los diferentes reportes e informes de índole técnico y financiero previamente definidos, así como la creación de nuevos de acuerdo con las necesidades. En la figura 49, se muestra el despliegue de la base de datos para generación de reportes e informes.

Figura 49. Reportes e informes del sistema de información



8.4.2 Tablas de ingreso y consulta. El soporte del software del sistema de información son las tablas de datos, debido a que el ambiente sobre el cual se debe desarrollar, es utilizando alguna de las bases de datos existentes como Access de Microsoft, etc. En esta sección del sistema de información, se crean, modifican, consultan, e imprimen las tablas. Se incluye esta sección de tablas en el módulo de administración, debido a que debe ser competencia del director del proyecto o gerente, el diseño y definición de la estructura sobre la cual se debe elaborar el software del sistema.

Figura 50. Tablas para ingreso y consulta de datos del sistema de información



8.4.3 Control de costos. Una de las funciones que determina las características de la gestión realizada por un administrador lo constituye el control de los costos dentro de la organización. Como se ha descrito en los numerales anteriores, el sistema de información a través de las tablas diseñadas, permite ingresar algunos datos como el consumo de materiales, utilización de los diferentes recursos, control de inventarios, requisiciones, pagos a proveedores, eficiencia de las cuadrillas y demás. La consolidación y procesamiento de esta información, determina el nivel de costos y gastos del proyecto, contrato o empresa. Mientras el administrador o gerente tenga un control apropiado e inmediato de los estos,

9. CONCLUSIONES

Se realizó la formulación y estructuración de las metodologías y estrategias necesarias para efectuar una eficiente gestión de mantenimiento en sistemas de alumbrado público municipal y distrital.

Se identificaron y describieron claramente cada uno de los recursos necesarios para adelantar la gestión de mantenimiento en alumbrado público.

Se establecieron cada uno de los programas y metodologías para la realización de las actividades inherentes al mantenimiento en alumbrado público.

Se definieron y establecieron los indicadores de gestión más utilizados en las actividades de mantenimiento en alumbrado público.

Se desarrolló la estructura de un modelo sistema de información requerido para adelantar la gestión de mantenimiento en alumbrado público.

Se definieron claramente cada uno de los procedimientos para la intervención de los equipos (redes y luminarias) tanto en el sitio de instalación así como en el taller de mantenimiento.

Se definieron los procedimientos y acciones más importantes que ser tenidas en cuenta para desarrollar una efectiva gestión ambiental, así como la definición y aplicaciones de la modernización e innovación tecnológica en la infraestructura.

Se desarrollaron en forma detallada todos los aspectos concernientes a la implementación de la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo.

Se establecieron los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el desarrollo de la gestión administrativa y financiera, así como el cumplimiento de la normatividad existente en cuanto a higiene, seguridad, medio ambiente y calidad.

BIBLIOGRAFÍA

BOTERO BOTERO, Ernesto. Mantenimiento preventivo. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2007.

CODENSA S.A., Gerencia de Distribución. Normas técnicas de construcción, capítulo No. 6, Alumbrado público, 2000.

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS- CREG. Sector electricidad, Resolución No. 043 de 1995.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México, Editorial Continental, 1998.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2007.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Dirección Energía. Decreto 2424 de julio 18 de 2006.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Proyecto de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. Bogotá, D.C., 2008.

MORA GUTIERREZ, Luís Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín, Editorial AMG, 2008.

MORA GUTIERREZ, Luís Alberto. Pronósticos de demanda e inventarios. Medellín, Editorial AMG, 2008.

PINILLA CELIS, Pablo Emilio. Sistema de información - MCC. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2008.

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento: gerencia del mantenimiento. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2008.

UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS. Manual único de alumbrado público. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2001.

VERA GARCÍA, César Edmundo. Salud ocupacional. Posgrado en gerencia de mantenimiento, Bucaramanga, 2008.