

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

“EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL CANTÓN CUENCA DE LA EMPRESA REGIONAL CENTRO SUR C.A”

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR:

CARLOS RODRIGO SOLÓRZANO JARAMILLO
CI. 0907662993

DIRECTOR:

ING. MODESTO ENRIQUE SALGADO RODRÍGUEZ
CI. 0101109858

TUTOR:

ING. GIOVANNI SANTIAGO PULLA GALINDO
CI. 0101671097

CUENCA - ECUADOR

2017



RESUMEN

El mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales que permiten conservar el buen funcionamiento de una instalación y sus prestaciones, dentro de los límites que se consideran como convenientes en la fase de proyecto.

Tradicionalmente el mantenimiento se ha dividido en cinco (5) tipos, cada uno de ellos con características propias que los diferencian de los demás, estos tipos son: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Cero Horas y Mantenimiento en uso, siendo el Mantenimiento Preventivo enfocado al sistema de Alumbrado Público del cantón Cuenca el centro de estudio y análisis del presente trabajo.

La Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR C.A es la encargada de prestar el servicio de alumbrado público al cantón Cuenca y por ende, es la responsable de garantizar el buen funcionamiento del mismo, por lo tanto la CENTROSUR, cuenta con un Departamento de Iluminación, el cual se encarga de la revisión y reparación periódica de los dispositivos involucrados en tal sistema, estas tareas son realizadas bajo un plan de mantenimiento correctivo y preventivo, siendo necesario analizarlo y determinar posibles acciones que permitan una mejora continua.

El presente trabajo parte con el análisis de los indicadores y consideraciones que se debe tener en cuenta para una buena gestión del mantenimiento, para luego describir su organización y niveles jerárquicos, culminando con la evaluación del mantenimiento preventivo del sistema de alumbrado público en el cantón Cuenca en base a normativas nacionales e internacionales.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, CENTROSUR, sistema de alumbrado público, factor de mantenimiento.



ABSTRACT

The maintenance is the set of all those works, scheduled or occasional to allow preserving the good operation of a facility and its benefits, within the limits that are considered as convenient in the project phase.

Traditionally maintenance has been divided into five (5) types, each with their own characteristics that differentiate them from the others, these types are Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Maintenance Zero Hours and Maintenance in use, with Preventive Maintenance being focused to the system of Public Lighting of the Cuenca canton the center of study and analysis of the present work.

The Central Electric Company CENTROSUR CA is responsible for providing the public lighting service to the Cuenca canton and therefore, is responsible for ensuring the proper functioning of the same, therefore the CENTROSUR, has a Department of Lighting, which is in charge of the periodical review and repair of the devices involved in such a system, these tasks are carried out under a corrective and preventive maintenance plan, being necessary to analyze it and determine possible actions that allow a continuous improvement.

The present work starts with the analysis of the indicators and considerations that must be taken for a good maintenance management, to then describe its organization and hierarchical levels, culminating with the evaluation of the preventive maintenance of the public lighting system in the Cuenca canton based on national and international recommendations.

Key words: Preventive maintenance, CENTROSUR, public lighting system, maintenance factor

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
INDICE DE FIGURAS.....	6
INDICE DE TABLAS.....	7
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	9
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	10
ANTECEDENTES.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	13
ALCANCE.....	14
PROBLEMA NO RESUELTO.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
METODOLOGÍA.....	15
Histórico.....	15
Científico.....	15
Analítico.....	15
Capítulo 1.....	16
GENERALIDADES SOBRE LOS MANTENIMIENTOS.....	16
1.1 Políticas de mantenimiento.....	16
1.1.1 Mantenimiento Correctivo.....	17
1.1.2 Mantenimiento Preventivo.....	17
1.2 Mantenimiento de los componentes de la luminaria.....	20
1.2.1 Pantalla Reflectora.....	20
1.2.2 Difusor o refractor.....	21
1.2.3 Cofre.....	21
1.2.4 Chasis o carcasa.....	22
1.2.5 Porta Lámparas.....	24
1.2.6 Brazo de la Luminaria.....	24
1.3 Factor de mantenimiento.....	25
1.3.1 Factor de mantenimiento de la lámpara (LLO).....	25
1.3.2 Factor de supervivencia de las lámparas - LSF.....	26
1.3.3 Factor de mantenimiento del tipo de luminaria - LOR.....	27
Capítulo 2.....	28
CONSIDERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	28
2.1 Base teórica para la gestión del mantenimiento.....	28
2.1.1 El funcionamiento de las instalaciones.....	30
2.1.2 Seguridad de las instalaciones.....	30
2.1.3 Evitar la depreciación.....	30
2.1.4 Conservación del aspecto.....	30



2.2 Indicadores para la gestión del mantenimiento	30
2.2.1 Indicadores de costos.....	31
2.2.2 Indicadores de calidad.....	32
2.3 Continuidad del servicio	34
2.3.1 Tasa de falla	34
Capítulo 3.....	36
ORGANIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO	36
3.1 Ingeniería del mantenimiento	36
3.2 Niveles jerárquicos en el mantenimiento	39
3.2.1 Mejora de Políticas de mantenimiento	42
3.2.2 Mejora en calidad	43
3.2.3 Relación de la seguridad ciudadana con el alumbrado Público.....	44
3.3 Estructura Organizacional	44
3.3.1 Políticas de servicio	44
Capítulo 4.....	48
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS LUMINARIAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CANTÓN CUENCA.....	48
4.1 Datos del Mantenimiento Correctivo	48
4.2 Datos del Mantenimiento Preventivo	49
4.3 Análisis de los Parámetros de Continuidad: Tasas de Fallas (Tf).....	54
4.3.1 Tasa de Falla (Tf)	54
4.4 Tiempo Medio de Atención de Reclamos de Alumbrado Público.....	58
4.5 Índice de Satisfacción del Cliente.....	59
Capítulo 5.....	61
MADUREZ DEL MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CANTÓN CUENCA.....	61
5.1 Objetivo.....	61
5.2 Cumplimiento de los objetivos trazados en el Plan de Mantenimiento de la CENTROSUR emitido en el año 2002.	61
5.2.1 Mantenimiento Preventivo	61
5.2.2 Consolidación del sistema de alumbrado en el área Urbana de la ciudad de Cuenca	61
5.3 Premisas para condiciones futuras	62
5.4 Sistemas de manejo de información del mantenimiento.....	62
Capítulo 6.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
Conclusiones	64
Recomendaciones	65
Bibliografía	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Pantalla reflectora	21
Figura 1.2 Difusor o refractor.	21
Figura 1.3. Cofre.	21
Figura 1.4 Brazo.	24
Figura 2.1 Recursos necesarios en el servicio del mantenimiento.	29
Figura 3.1. Subdivisión de la Ingeniería de Mantenimiento.	36
Figura 3.2. Cadena de relaciones del mantenimiento.	37
Figura 3.3 División de la ciudad de Cuenca en 23 zonas	38
Figura 3.4. Programa de mantenimiento Zonas 14 y 17	39
Figura 3.5. Zonas que se realizara mantenimiento preventivo en el año 2016.....	39
Figura 3.6. Proyección de indicadores según niveles jerárquicos.....	40
Figura 3.7 Jerarquía del sistema de alumbrado público en la CENTROSUR.....	46
Figura 4.1 Zonas que se realizaron los mantenimientos.....	50
Figura 4.2 Foto de una de las calles antes del mantenimiento.....	51
Figura 4.3 Foto la misma calle después del mantenimiento.....	52
Figura 4.4 Zonas delimitadas como 22,23 y 25	52
Figura 4.5 Foto antes del mantenimiento	54
Figura 4.6 Foto después del mantenimiento	54
Figura 4.7 Tasa de falla del AP año 2013.....	55
Figura 4.8. Tasa de falla del AP año 2014.....	56
Figura 4.9 Tasa de falla del AP año 2015.....	56
Figura 4.10. Tasa de falla del AP año 2016.....	57
Figura 4.11. Tasa de falla del sistema de alumbrado publico en los años 2013-2016...	57
Figura 4.12 Tiempo de reclamos de la Zona urbana Cantón Cuenca.....	59
Figura 5.1 Zonificación del cantón Cuenca.....	62
Figura 5.2 Sistema Collector for ArcGIS	63



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Grados de hermeticidad y protección contra impactos.	23
Tabla 2.1 Constante para el cálculo de la tasa de falla.	35
Tabla 3.1. Número de reclamos atendidos.	42
Tabla 3.2. Número de reclamos de alumbrado público atendidos.	43
Tabla 4.1 Numero de reclamos de alumbrado público y numero luminarias instaladas en porcentaje.	49
Tabla 4.2. Numero total de luminaria a las que se realizo el mantenimiento preventivo en el año 2015.	51
Tabla 4.3 Numero total de luminarias a las que se realizo el mantenimiento preventivo en el año 2016.	53
Tabla 4.4 Tiempo de atención a reclamos de alumbrado público.	58
Tabla 4.5 Tiempo de atención de reclamos Cantón Cuenca.	58



INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Tasas de fallas de los años 2013-2016.....	72
ANEXO 2 Encuestas realizadas sobre alumbrado público.....	73

CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL



Universidad de Cuenca
Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Carlos Rodrigo Solorzano Jaramillo en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL CANTÓN CUENCA DE LA EMPRESA REGIONAL CENTRO SUR C.A", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Octubre de 2017



Carlos Rodrigo Solorzano Jaramillo

C.I: 0907662993

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Cláusula de Propiedad Intelectual

Carlos Rodrigo Solorzano Jaramillo, autor del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL CANTÓN CUENCA DE LA EMPRESA REGIONAL CENTRO SUR C.A", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2017



Carlos Rodrigo Solorzano Jaramillo

C.I: 0907662993



AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso que me ha permitido llegar a estas instancias de mi vida, al esfuerzo de mis padres que descansan en paz, al amor incondicional de mi esposa e hijas que siempre me han apoyado para la obtención de este Título.

Al Ing Rodrigo Sempertegui por sus consejos a mi Tutor de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur el Ing Santiago Pulla por su apoyo y colaboración con este trabajo que compartió sus conocimientos y asesoramiento en este trabajo siempre buscando los mejores resultados para culminar este proyecto.

A mi Director de Tesis el Ing Modesto Salgado por su colaboración.

Y para toda mi familia y amigos por toda la motivación que me han brindado.

A Todos Uds. ¡Gracias!

Carlos Solórzano J



DEDICATORIA

A mi esposa Yolanda a su sacrificio y esfuerzo para que yo pueda terminar mis estudios, a mis Hijas Karen y Génesis que son mi motivo para que yo alcance este triunfo, con mucho amor y cariño le dedico este titulo

A mi Familia y amigos que siempre me brindaron su apoyo incondicional para lograr este sueño

Carlos Solórzano J.



ANTECEDENTES

El sistema de alumbrado público es uno de los más importantes dentro de un país, debido a que brinda confort y seguridad a sus habitantes, además permite el desarrollo de actividades nocturnas lo cual activa la economía del lugar, siendo estas las razones por las cuales este sistema debe mantenerse en óptimas condiciones. Para garantizar el funcionamiento correcto de las luminarias se debe contar con un plan de mantenimiento correctivo y preventivo donde se lleve a cabo la revisión y reparación periódica de todos los dispositivos involucrados en el servicio de alumbrado exterior.

La CENTROSUR quien administra el sistema de alumbrado público vial en el cantón Cuenca dispone de un plan de mantenimiento correctivo y preventivo para su área de concesión, sin embargo, no se ha realizado un análisis cuantitativo de los resultados de dicho plan, por lo que es fundamental evaluarlo para determinar la necesidad de modificarlo.

El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar el mantenimiento realizado al sistema de alumbrado público en el cantón Cuenca, para lo cual se recopilará información referente al tema, para luego analizarla en función de las regulaciones nacionales e internacionales, y si es necesario sugerir cambios al mismo.

JUSTIFICACIÓN

El consumo energético del alumbrado público a nivel de país puede rondar entre un 10% y un 15%, lo que eleva la demanda de las plantas generadoras, comparando con las órdenes que llegan al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

El consumo de energía eléctrica en el alumbrado público conlleva asimismo la emisión de gases contaminantes, como el dióxido de carbono. Las plantas generadoras emiten estos y otros residuos tóxicos por cada KWh de producción, que son perjudiciales para el medio ambiente.

A pesar que el alumbrado público es utilizado para iluminar las áreas de la ciudad, un mal diseño o la ineficiencia de las lámparas, generan lo que se conoce como contaminación lumínica, su efecto es evidente en el aumento del brillo del cielo nocturno, de forma que se altera su calidad y condiciones naturales.



Los planes de mantenimiento correctivo y preventivo que se encuentran en la CENTROSUR, se deben reactivar, o en su defecto mejorar según los adelantos técnicos actuales y registrarlos para llevar a la optimización de los planes de mantenimiento.

ALCANCE

Este proyecto de titulación contempla analizar la evaluación del programa de mantenimiento preventivo de alumbrado público de la CENTROSUR en el cantón Cuenca, con la finalidad de obtener una alta eficiencia en los programas y mejoras en la Iluminación; y además para alargar prolongar la vida útil de cada uno de los elementos que conforman las luminarias.

En primera instancia se realizará un análisis del funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman las luminarias. A continuación se analizarán los procesos de arranque, operación y parada, para luego elaborar un cronograma de mantenimiento en función de las recomendaciones dadas por los fabricantes de los diferentes equipos; con base en los catálogos de cada uno de los elementos.

PROBLEMA NO RESUELTO

No se ha realizado evaluación técnica de los resultados del plan de mantenimiento del sistema de iluminación pública vial en el cantón Cuenca

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la metodología de mantenimiento de los sistemas de alumbrado público vial en el cantón Cuenca realizado por la CENTROSUR y sus resultados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información sobre el mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas de alumbrado público vial que realiza la CENTROSUR en el cantón Cuenca.
- Analizar la metodología utilizada para el mantenimiento de los sistemas de iluminación.
- Analizar si los índices de atención al cliente, están dentro de los márgenes establecidos en la regulación correspondiente.
- Analizar los índices de satisfacción del cliente respecto de los sistemas de alumbrado público.
- Evaluar posibles cambios en la metodología de mantenimiento.



- Emitir conclusiones y recomendaciones.

METODOLOGÍA

Se utilizará un método de investigación Bibliográfico a fin de recopilar la información necesaria para establecer y reactivar el plan de mantenimiento de la CENTROSUR. En este proceso se recurrirá a diferentes fuentes como son los catálogos que vienen con cada uno de los elementos o equipos que conforman las luminarias, así como normas que se utilizan en las diferentes empresas eléctricas.

Durante la recopilación de datos se debe realizar un análisis, que permita identificar aspectos de porqué el plan de mantenimiento no es ejecutado.

Histórico

Este método permite estudiar hechos pasados con el fin de encontrar explicaciones causales, con el fin de reconstruir hechos de manera más objetiva y exacta posibles.

Científico

Para aplicar este método se debe identificar, las fuentes de información, recopilar antecedentes históricos, ya sea con la misma técnica y métodos, o hacer modificaciones de ellas, conociendo de antemano las dos anteriores.

Analítico

Este método de investigación consiste en observar, las causas, la naturaleza y los efectos, de un hecho. Para ello es necesario conocer el fenómeno y el objeto que se estudia.



Capítulo 1

GENERALIDADES SOBRE LOS MANTENIMIENTOS

El hombre desde el inicio de sus tiempos ha empleado diferentes herramientas para realizar las múltiples tareas de su vida cotidiana, y siempre ha tenido la necesidad de mantenerlas en perfectas condiciones, sin embargo estas presentaban fallas producto del uso excesivo, ya que únicamente se realizaban trabajos de mantenimiento cuando ya era imposible seguir utilizando el equipo o herramienta, a esto se lo conocía como "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo".

Siendo hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento, que se basaba en seguir las recomendaciones de los fabricantes de equipos, acerca de los cuidados que se debían tener con ellos durante su operación y mantenimiento, dando origen a una nueva tendencia llamada "Mantenimiento Preventivo" y con ello los gerentes de las plantas empezaron a pedir a sus técnicos que desarrollen programas para prevenir el daño de sus equipos.

El Mantenimiento Preventivo permitió que las maquinas se mantuviesen en funcionamiento por tiempos más largos, reduciéndose de esta forma las pérdidas de tiempo, sin embargo era muy costoso debido a que muchas partes se remplazaban basándose en el tiempo de operación, pudiéndose haber tenido una vida más larga si se les hubiese aplicado el debido mantenimiento.

Los tiempos y necesidades cambiaron en 1960, cuando nuevos conceptos del mantenimiento se establecieron, en ellos se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de las plantas, este hecho hizo que las tareas a realizarse sean mucho más técnicas y con altos conocimientos de confiabilidad.

El desarrollo de la tecnología permitió que el mantenimiento continúe desarrollándose hasta convertirse en lo que es hoy, haciendo de él una labor mucho más exacta y precisa.

En la actualidad las tareas de mantenimiento preventivo se han extendido a todos los sistemas y el sistema de alumbrado público no es la excepción, siendo necesario contar con excelentes políticas de mantenimiento que garanticen su correcto funcionamiento.

1.1 Políticas de mantenimiento

En el Ecuador son las Empresas de Distribución quienes asumen la responsabilidad del mantenimiento y mejora del servicio de alumbrado público,



estas empresas toman como referencia las normativas nacionales e internacionales para elaborar sus propias políticas y procedimientos de mantenimiento, estando entre los más comunes los siguientes:

1.1.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo comprende las operaciones necesarias para localizar, reparar y adecuar las instalaciones de alumbrado público, con la finalidad de que funcione el máximo número de horas posible, manteniendo el desempeño para el que fue diseñado.

Para la ejecución del mantenimiento correctivo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos [1]:

- Reemplazar las bombillas y en donde sea necesario los equipos auxiliares, cerciorándose de que el casquillo de la bombilla este perfectamente adaptado o coincida con el portalámparas.
- Revisar el encendido, apagado y el correcto funcionamiento del dispositivo de encendido de la luminaria.
- Limpiar las bombillas y el conjunto óptico de las luminarias.
- Realizar el mantenimiento mecánico y eléctrico de la luminaria.
- Coordinar con las entidades la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria.

1.1.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la revisión periódica de todos los elementos que conforman el sistema de alumbrado público, efectuando las tareas necesarias para evitar averías o fallas, este tipo de mantenimiento tiene como herramienta principal la información y datos técnicos que permitan la identificación de las posibles fallas.

Los datos técnicos hacen referencia a las mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de alumbrado para conocer los valores de tensión, corriente, niveles de armónicos y de esta forma conocer los parámetros eléctricos a los que están sometidos las luminarias.

De otra parte la información generada por los operadores de los mantenimientos preventivos, los cuales deben hacer el seguimiento y reportes de todos los elementos que integran el sistema de alumbrado, tiene el propósito de incrementar la vida útil de las luminarias.

Otra función importante del equipo de mantenimiento es realizar mediciones de iluminancia para determinar si se está cumpliendo con los niveles de iluminación mínimos requeridos por el reglamento o regulación correspondiente.



Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado público se degradan a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo entre las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo luminoso emitido por las fuentes de luz.
- El ensuciamiento de las fuentes de luz y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El cese prematuro del funcionamiento de las fuentes de luz.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

Los planes de mantenimiento preventivo y su cronograma son establecidos a partir de los siguientes criterios:

- La vida media y depreciación luminosa de las lámparas.
- Suciedad de las luminarias, misma que depende de la hermeticidad y el grado de contaminación atmosférica.
- Pintado de soportes.
- Verificación y revisión de los circuitos eléctricos de alumbrado.
- Verificar que los empalmes hechos no presenten sulfataciones.
- Observar el estado de conectores, ya que en muchos casos se aflojan y pierden hermeticidad.

En todos los programas de mantenimiento preventivo se busca bajar los costos de operación para lo cual se consideran los siguientes factores:

- Cambios masivos de bombillas y de los equipos auxiliares.
- Reducir los trabajos de limpieza de luminarias y soporte.

Controlar de forma estricta el envejecimiento del cierre (hermeticidad) de las luminarias.[11]

1.1.2.1 Cambio de lámparas

El mantenimiento comprende el remplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, estos cambios se los realiza con el objetivo de mantener las instalaciones de alumbrado dentro del nivel proyectado y en óptimas condiciones, además de que contribuye al consumo eficaz de la energía y evita costos innecesarios. Las lámparas pueden remplazarse individualmente o todas al mismo tiempo.

El remplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable, por lo general se realiza este tipo de cambio en

instalaciones con pocas lámparas, el cambio en grupo se lo realiza para evitar las grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.

Otra de las razones del porqué se realiza los cambios en grupo es para aprovechar la inspección del funcionamiento de los otros elementos que conforman la luminaria tales como:

- a. Enfoque correcto de la bombilla.
- b. Limpieza de la luminaria y en especial del sistema óptico.
- c. Chequeo del equipo auxiliar.
- d. Revisión de las partes mecánicas de la luminaria. [12]

1.1.2.2 Operaciones de limpieza de luminarias y soportes

Los trabajos de limpieza se deben realizar de forma programada de acuerdo a los planes de mantenimiento establecidos, considerando el grado de hermeticidad de la luminaria, el nivel de contaminación del sitio de instalación. La limpieza debe realizarse tanto interior como exteriormente, de tal manera que permita un rendimiento mínimo del 80% inicial.

El rendimiento de la lámpara luego de ser limpiada debe ser comprobado con mediciones de iluminancia. Además, al mismo tiempo en que se realiza este trabajo se debe efectuar una inspección del sistema óptico y del estado de todos los elementos de la luminaria.

1.1.2.3 Programación del mantenimiento preventivo

La programación del mantenimiento preventivo y su periodicidad se establece teniendo en cuenta la vida media y depreciación luminosa de las fuentes de luz, ensuciamiento de las luminarias en función de su hermeticidad y grado de contaminación atmosférica. De acuerdo a la "GUÍA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO" propuesta por la ciudad de Madrid España [10], el mantenimiento preventivo comprenderá la siguiente programación:

- **Fuentes de luz**

Reposición en instalaciones con funcionamiento permanente de 24 h (túneles, pasos inferiores.....de 1 a 2 años.

Reposición en instalaciones con funcionamiento nocturno...de 2 a 4 años.

- **Equipos Auxiliares**

Verificación de sistemas de regulación del nivel luminoso (reguladores en cabecera de línea y balastos de doble nivel).....1 vez cada seis meses.

Reposición masiva equipos auxiliares (balastos, arrancadores y condensadores)..... de 8 a 10 años.

- **Luminarias**

Limpieza del sistema óptico y cierre (reflector, difusor)..... de 1 a 2 años.

Control de las conexiones y de la oxidación.....con cada cambio de lámpara.

Control de los sistemas mecánicos de fijación...con cada cambio de lámpara.

- **Instalaciones eléctricas**

Medida de la tensión de alimentación.....1 vez cada seis meses.

Medida del factor de potencia..... 1 vez cada seis meses.

Revisión de las tomas de tierra.....1 vez al años.

Verificación de la continuidad de la línea de enlace con tierra.....1 vez al año.

Control del sistema global de puesta a tierra de la instalación.....1 vez al año.

Comprobación del aislamiento de los conductores.....de 2 a 3 años.

1.2 Mantenimiento de los componentes de la luminaria

Los dos tipos de mantenimiento mencionados anteriormente se deben realizar periódicamente para evitar daños en los elementos de las luminarias y prevenir fallas ocasionadas por múltiples factores. Las consideraciones y el procedimiento que se tomar en cuenta para el mantenimiento de estos componentes se detallan a continuación:

1.2.1 Pantalla Reflectora

Es la pantalla que dirige la luz hacia la superficie deseada directa o indirectamente, la pantalla reflectora se debe mantener libre de polvo e impurezas las cuales se presentan en el medio ambiente, la limpieza se debe realizar con un paño blando, sin la utilización de medios abrasivos y alcalinos. En el supuesto que la pantalla presente alto grado de polución, se debe desmontar y llevar al taller para realizar su limpieza utilizando mucha agua y paños blandos y limpios, tanto en las acciones del mantenimiento correctivo como preventivo se debe realizar la limpieza, además de verificar su estado para determinar si amerita un cambio. Figura 1.1.



Figura 1.1. Pantalla reflectora.[11]

1.2.2 Difusor o refractor

El difusor a más de servir como elemento protector, también sirve como elemento decorativo de la luminaria, puede ser de vidrio, acrílico, o de policarbonato, además puede generar, o no, una desviación de los rayos de luz que llegan a la superficie, su mantenimiento consiste en observar si existe suciedad sobre el vidrio o acrílico, la limpieza se debe hacer con jabón o detergente. La acumulación de polvo e impurezas afecta el rendimiento por lo tanto disminuye los niveles de iluminación. La situación mejora con la limpieza constante del equipo óptico. Figura 1.2



Figura 1.2 Difusor o refractor.[11]

1.2.3 Cofre

Esta parte de la luminaria alberga al balasto, condensador y ayuda a prevenir cortocircuitos facilitando las operaciones de mantenimiento e instalación, para el mantenimiento se debe realizar la limpieza de los elementos del kit eléctrico que se encuentran alojados en el cofre, con un cepillo de cerdas suaves, además se debe comprobar el funcionamiento de estos elementos, una parte importante del mantenimiento es verificar que no exista humedad o agua. Figura. 1.3.



Figura 1.3. Cofre.[11]



1.2.4 Chasis o carcasa

Es el elemento soporte de la luminaria, en el cual se ubican todas las partes eléctricas de la luminaria, para su mantenimiento se debe considerar el estado de la carcasa, verificando que no tenga golpes o deterioro, además del cierre y su fijación.

Es muy importante observar el grado de hermeticidad IP, este código es el grado de protección de la luminaria el cual varía en función del chasis o carcasa, este sirve para establecer que la hermeticidad en el interior de la luminaria esté libre de polución y diferentes impurezas que pueden deteriorar la vida útil de algunos elementos, además se debe comprobar que el factor IK de la luminaria sea apropiado para el ambiente donde se encuentra, aclarando que el Factor IK indica la protección mecánica de la carcasa contra impactos o choques de cuerpo sólidos.

Todas las luminarias deben cumplir con estas especificaciones técnicas, a continuación se muestra una tabla de estos índices. Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Grados de hermeticidad y protección contra impactos.[11]

Indice IP				Indice IK	
Primera cifra		Segunda cifra			
IP	Protección contra cuerpos solidos	IP	Proteccion contra liquidos	IK	Proteccion contra el impacto
0	Sin protección	0	Sin proteccion	00	No protegido
1	$\phi > 50\text{mm}$ Contactos involuntarios	1	Caida vertical de gotas der agua	01	0.15
2	$\phi > 12\text{mm}$ Contactos involuntarios	2	Caida de agua hasta 15° de la vertical	02	0.20
3	$\phi > 2.5\text{mm}$ Herramientas cables	3	Agua lluvia hasta 60° de la vertical	03	0.35
4	$\phi > 1\text{mm}$ Herramientas finas cables	4	Proteccion de agua en toda las direcciones	04	0.50
5	Protegido contra polvo	5	Lanzamiento de agua en todas las direcciones	05	0.70
6	Totalmente protegido contra polvo	6	Lanzamiento de agua, similiar a los golpes del mar	06	1
		7	Inmersion	07	2
		8	Efectos prolongados de inmersion bajo presion	08	5
				09	10
				10	20

Antes de realizar este mantenimiento preventivo, se debe desconectar por completo la luminaria, el trabajo consiste en la limpieza exterior quitando el polvo e impurezas con un cepillo enjuagándose con esponja y paño y luego secar con un paño limpio, y en su interior se debe realizar la limpieza con una brocha suave para retirar el polvo, es importante verificar el estado de la carcasa, que no presente golpes o deterioro los cuales pueden causar un mal funcionamiento de la bombilla o accidentes.[11]

1.2.5 Porta Lámparas

El mantenimiento en el porta lámparas consiste en constatar que los terminales no presenten sulfataciones o cortocircuitos entre ellos, además de revisar que sus terminales no se encuentren aterrados a la carcasa, para ello se prueba la continuidad de sus terminales.

Una deficiencia lumínica considerable puede darse como consecuencia de un mal funcionamiento de:

- La falta de espacio del conjunto lámpara-equipo auxiliar y luminaria.
- Sobretensiones o bajadas de tensión anormales con respecto a la tensión nominal de la luminaria.
- Caídas de tensión.
- Perturbaciones aleatorias de la red eléctrica de alimentación a los circuitos de alumbrado público. [10]

1.2.6 Brazo de la Luminaria

Es el soporte a través del cual la luminaria se sujeta al poste, estructura o fachada. En los mantenimientos se debe inspeccionar cuidadosamente el estado y reportar el estado, describiendo a detalle el estado de la soldadura entre el collarín y el tubo del brazo. Además se debe comprobar la correcta orientación del brazo y su correcto ángulo de inclinación, en el supuesto de no poder reorientarlo o que esté presente algún daño que ponga en riesgo la vida de los operarios se debe informar al supervisor encargado. Figura 1.4.

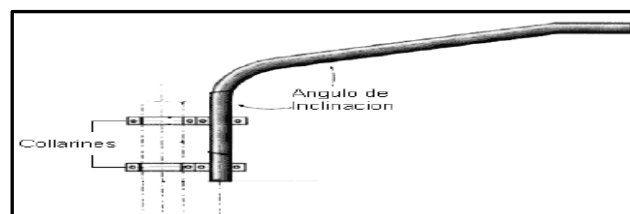


Figura 1.4 Brazo.[11]



1.3 Factor de mantenimiento

Es un indicador del grado de depreciación que una instalación de alumbrado público sufre a lo largo del tiempo, se expresa como la relación entre la iluminancia media en la calzada después de un determinado periodo de funcionamiento y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento, esta relación se observa a continuación:

$$f = \frac{E}{E_i} [12]$$

En donde:

E: Iluminancia media en servicio

E_i: Iluminancia media inicial

Como mínimo $(f) \geq 0.6$ lo que supone una iluminancia inicial $E_i = 1.66$ es decir 66% lo que nos indica que es superior a (E).

El factor de mantenimiento será función de:

- Estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento.
- La naturaleza y modalidad de cierre.
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.

Grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria. [10]

Existe otra definición del factor de mantenimiento que se expresa de la siguiente forma:

$$f = LLO * LSF * LOR * SMF [12]$$

En donde:

LLO: factor de mantenimiento de la lámpara (lamp lumen output).

LSF: factor de supervivencia de la lámpara (lamp survival factor).

LOR: factor de mantenimiento de la luminaria (luminaire output ratio) (también llamado LMF, luminaire maintenance factor).

SMF: factor de mantenimiento de superficies en caso de existir reflexión de las mismas hacia el plano de interés.

A continuación se especifican cada uno de estos factores:

1.3.1 Factor de mantenimiento de la lámpara (LLO)

Este factor se subdivide en dos ítems los cuales son:

Factor de depreciación de lúmenes en la lámpara

Este factor considera que el flujo luminoso de todas las lámparas disminuye con el uso, la reducción depende del tipo de lámpara y puede ser estimada a partir de:

- Sodio de baja presión: menor de 0.25% cada 1000 horas de operación.
- Sodio de alta presión: en el orden del 1% cada 1000 horas.
- Mercurio (250 a 400 W): en el orden del 1.15% cada 1000 horas.

Los fabricantes de lámparas suelen proveer información relacionada a la reducción del flujo luminoso para distintos tipos de lámparas y potencias, sin embargo estos valores son obtenidos bajo condiciones de funcionamiento controladas, es decir, tensión de operación constante; ciclos de encendido y apagado fijos y posición de funcionamiento definida, sin embargo en la práctica las condiciones reales de operación suelen desviarse de aquellas existentes en los laboratorios, introduciendo alteraciones en el funcionamiento y rendimiento de la lámpara.

Factor de Balasto

Este valor también viene especificado por el fabricante sin embargo el balasto colocado en una instalación real difiere del especificado en un factor que afecta directamente el flujo de la lámpara.

El factor de ajuste se denomina factor de balasto, FB y puede variar dentro del siguiente rango: $0.85 \leq FB \leq 1$.

1.3.2 Factor de supervivencia de las lámparas - LSF

“Este factor de mantenimiento tiene en cuenta el porcentaje de fallas de las lámparas durante un número concreto de horas de funcionamiento.”

Este factor se basa en las hipótesis relativas al ciclo y tensión de encendido, y al incremento de la tensión en la lámpara ya que a medida que las lámparas de descarga envejecen, se produce un incremento en la tensión necesaria para lograr su encendido. “El desgaste del material emisor de los electrodos del tubo de descarga y los cambios en la composición o impurezas del gas en el tubo de descarga determinan una tensión de encendido cada vez más elevada, de tal forma que la lámpara no puede encender bajo condiciones normales de trabajo, alcanzando de esta forma, el fin de su vida útil.”

Para realizar esta prueba se utiliza un ciclo de encendido de 12 horas (11 horas encendidas y 1 hora apagada), asegurando que con ciclos mayores a 6 horas, la influencia en la vida es muy pequeña.



1.3.3 Factor de mantenimiento del tipo de luminaria - LOR

“Este factor de mantenimiento tiene en cuenta la reducción de salida de luz provocada por la suciedad depositada sobre o dentro de una luminaria.”

El grado de suciedad de una luminaria dependerá de su construcción y del grado de suciedad existente en el ambiente.

Los materiales empleados en la construcción y en particular el cierre de la luminaria determinan el factor IP, que da una medida del grado de hermeticidad del artefacto, además los agentes meteorológicos, tales como la lluvia, niebla, viento, determinan el grado de contaminación ambiental.



Capítulo 2

CONSIDERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.1 Base teórica para la gestión del mantenimiento

La gestión del mantenimiento se define como el control de las instalaciones y de los recursos que intervienen en ella para la planificación de los mantenimientos preventivos y predictivos con el afán de alcanzar las siguientes metas:

- Disminución del número de fallos y del tiempo de operación en el mantenimiento.
- Una mayor calidad del servicio de alumbrado público al mejorar el rendimiento de sus instalaciones.
- Tener una evaluación histórica de las instalaciones y de las operaciones de mantenimiento, lo cual posibilitará a corto plazo la toma de decisiones tanto técnicas como económicas.

Estas metas se pueden llevar a cabo si se tiene una estructura y organización sólida que concentre todos los medios humanos y materiales, para mejorar un servicio y mantenerlo en óptimas condiciones, mejorando la percepción que tiene el usuario del sistema.

Los recursos humanos propios o contratados es un factor importante que inciden en el costo total del servicio de mantenimiento, el equipo humano debe ser el óptimo para cubrir los programas de mantenimiento preventivo, atención de averías, modificaciones, nuevas instalaciones, etc., siendo de gran importancia la planificación para obtener los mejores resultados.

En la Figura 2.1 se observa los recursos necesarios para una buena gestión del mantenimiento.



Figura 2.1 Recursos necesarios en el servicio del mantenimiento. [1]

Puede subcontratarse a otras empresas para ciertos trabajos especiales o cuando la carga de trabajo sobrepase temporalmente la capacidad de la propia empresa. La contratación parcial de algunos servicios puede ayudar a optimizar la gestión puesto que solo se contratan si son necesarios y no producen gastos innecesarios.

Los recursos materiales son otro factor importante dentro de la gestión de mantenimiento, las áreas de compra y almacenamiento deben aportar rapidez, seguridad y estandarización de los materiales. Además se requiere de la homologación de proveedores, garantía en calidad y precios, rapidez de transporte, tramitación de documentos administrativos, etc.

La información disponible también juega un papel importante dentro del mantenimiento, aunque esta puede ser compleja y extensa dificultando su análisis y clasificación. La información debe organizarse y almacenarse en una base de datos, por lo general un sistema de alumbrado público requiere de la siguiente información:

- Número de puntos de iluminación
- Tipos de luminarias
- Altura del soporte de las luminarias
- Tipos de lámparas
- Potencia
- Superficie de la zona estudiada
- Historial de averías de la zona considerada
- Desviaciones horarias del funcionamiento
- Nivel de iluminación de referencia.
- Uniformidad nominal.



- Periodicidad de las actuaciones de los mantenimiento preventivos.

Las normativas nacionales e internaciones recomiendan considerar los siguientes aspectos para mantener los niveles adecuados de iluminación en un sistema de alumbrado público.

2.1.1 El funcionamiento de las instalaciones

El sistema de alumbrado público durante su funcionamiento esta propenso a daños siendo necesario garantizar el Funcionamiento del mismo dentro de parámetros de calidad previamente establecidos, estos parámetros no deben ser definidos para siempre, si no, se deben revisar en función del servicio de mantenimiento en las instalaciones de alumbrado público.

2.1.2 Seguridad de las instalaciones

El sistema de alumbrado público se encuentra expuesto a una serie de factores externos que ponen en peligro su integridad, representando un riesgo eléctrico y de seguridad, por lo que resulta necesario tomar medidas que permitan minimizar estos riesgos.

2.1.3 Evitar la depreciación

La depreciación lumínica es un factor que influye en la gestión del mantenimiento del sistema de alumbrado, siendo necesario definir un valor mínimo admisible para este factor y establecerlo como referencia en los proyectos de alumbrado público.

2.1.4 Conservación del aspecto

Este factor toma en consideración la limpieza, tratamiento de pintura y numeración de los soportes, dando un buen aspecto al sistema y muestras de una excelente gestión del mantenimiento, la periodicidad de las operaciones de limpieza de luminarias está en función del tipo de atmósfera a que están sometidas y si son del tipo abierta o cerrada, generalmente se efectúan dos limpiezas por cada cambio programado de lámparas, los cambios de éstas oscilan entre los 2 y 4 años.

2.2 Indicadores para la gestión del mantenimiento

Es importante evaluar los resultados de la gestión del mantenimiento con la finalidad de mejorar el sistema día a día, esta evaluación se lo realiza en base a indicadores los cuales sirven de guía para que los directivos del área de mantenimiento sepan por donde están o a donde van las actividades relacionadas este campo.



Los indicadores o índices de la gestión del mantenimiento tiene como funciones el permitir:

- Programar.
- Ejecutar.
- Controlar.
- Mejorar.

Los índices empleados en el sistema de alumbrado público son:

2.2.1 Indicadores de costos

Es importante relacionar los costos de la gestión del mantenimiento con los demás indicadores para conocer la parte de los recursos destinados a cada tipo de mantenimiento realizado y el destino del presupuesto.

Los índices más importantes sobre el control de costos pueden resumirse en los siguientes:

2.2.1.1 Porcentaje del costo del mantenimiento preventivo

Es muy difícil de establecer un valor óptimo, porque depende de las políticas de mantenimiento que se realicen y el nivel de ejecución de los programas de mantenimiento preventivo, su tendencia debe ser creciente hasta alcanzar un máximo, la relación que describe este índice se observa a continuación:

$$CMP = \frac{\text{Costos del mantenimiento preventivo}}{\text{Costos totales del mantenimiento}} * 100\% \quad (2.1) [1]$$

Los costos implícitos en el mantenimiento preventivo pueden ser de dos tipos, el primero de ellos hace referencia a los costos de la mano de obra y el segundo al costo de los materiales.

- **Índice de costos de mano de obra**

Es uno de los índices más importantes en el servicio del mantenimiento por lo general si hay un incremento en la mano de obra resulta necesario conocer si este aumento es por causas externas necesarias, una mala gestión o a la falta de producción del equipo humano. La relación que describe a este índice es:

$$CMO = \frac{\text{Costo de la mano de obra}}{\text{Costo total de la obra}} * 100\% \quad (2.2) [1]$$

- **Índice del costo de los materiales**

Este índice toma en consideración otros aspectos del mantenimiento, tales como: el área de compras y bodega, este índice se calcula con ayuda de la siguiente expresión:

$$CM = \frac{\text{costo de material}}{\text{Costo total de mantenimiento}} * 100\% \quad (2.3) [1]$$

2.2.2 Indicadores de calidad

El sistema de alumbrado público es un sistema de gran importancia dentro de un país por lo que resulta necesario que sea evaluado bajo los criterios de calidad, para ello se emplean los siguientes indicadores:

- **Índice de disponibilidad**

El índice de disponibilidad nos indica cuánto tiempo está disponible un equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase,

Está definido por la razón:

$$D = \frac{\text{Horas posibles de funcionamiento}}{\text{Horas de funcionamiento programado}} * 100\% \quad (2.4) [1]$$

- **Índice de factor de servicio**

Este es un indicador del número de horas empleadas en el servicio de alumbrado público respecto del tiempo de funcionamiento programado en trabajos de mantenimiento y está definido por la siguiente expresión:

$$D = \frac{HFP - HPAMa - HPIMa}{HFP} * 100\% \quad (2.5) [1]$$

En donde:

HFP: horas de funcionamiento programadas.

HPAMa: horas de fuera de servicio ajenas al mantenimiento.

HPIMa: horas de fuera servicio por trabajos de mantenimiento.

El índice HPAMa; puede darse en el caso de falla en el suministro eléctrico u otros factores ajenos al mantenimiento, para resolver este efecto se puede utilizar la siguiente expresión:

$$D = \frac{HF}{HF + HPIMa} * 100\% \quad (2.6) [1]$$

Dónde:

HF: son las horas totales de funcionamiento.

La dificultad para obtener el tiempo exacto desde la aparición del daño hasta su localización hace que este sea un indicador difícil de calcular.

Índices relativos a la calidad de la gestión

Estos indicadores hacen referencia principalmente a los costos, frente a otras variables de la gestión de mantenimiento, a continuación se detallan estos índices.

- **Índice referente al valor de las instalaciones**

Este índice hace referencia principalmente a los costos frente a otras variables de la gestión de mantenimiento.

Se define como:

$$RE1 = \frac{\text{Costos de mantenimiento}}{\text{Valor actualizado de las instalaciones}} * 100\% \quad (2.7) [1]$$

Un valor cercano al 8% para el sistema de alumbrado público se considera como valor aceptable. El valor obtenido es muy importante para el manejo de los costos del mantenimiento porque se visualiza la destinación de los recursos económicos.

Una disminución del índice indica que es aceptable desde el punto de vista de costos; pero este no debe estar acompañado por el deterioro de la calidad del servicio de mantenimiento, mientras un aumento indica una mala gestión del envejecimiento de las instalaciones, o un mal diseño de las mismas.

- **Índice referente a los recursos ajenos**

Este indicador toma en consideración los costes del mantenimiento contratado y los costos totales, si el índice aumenta demuestra un mayor rendimiento en el servicio de mantenimiento y una mayor flexibilidad, se expresa como:

$$RE2 = \frac{\text{Costos de mantenimiento contratado}}{\text{Costos totales de mantenimiento}} * 100 \quad (2.8) [1]$$

- **Índice de costo energético**

Este índice es un indicador de la calidad, tanto del servicio del mantenimiento como de la tecnología empleada en las instalaciones. Indirectamente puede evaluarse la eficiencia energética, así como las ampliaciones en las instalaciones, se define como:

$$CE = \frac{\text{Costos totales de mantenimiento}}{\text{Costos total de energía consumida}} * 100\% \quad (2.9) [1]$$

- **Porcentaje de mantenimiento preventivo**

Este índice nos permite comparar cuál es el porcentaje del mantenimiento preventivo sobre el total de los trabajos de mantenimiento.

$$PMP = \frac{\text{Horas de hombre en trabajos preventivos}}{\text{Horas hombres totales}} * 100\% \quad (2.10) [1]$$

Además permite controlar indirectamente la calidad de los trabajos de mantenimiento preventivo, es decir, mediante el mantenimiento preventivo se debe disminuir la tasa de fallas o averías y de igual manera debe disminuir el número de horas hombre correspondiente a los trabajos de mantenimiento correctivo, con lo cual este índice debe aumentar.

2.3 Continuidad del servicio

Las empresas distribuidoras, son responsables de la prestación del servicio de alumbrado público por lo que deben garantizar la continuidad, calidad y seguridad de este servicio. El ARCONEL en la Regulación 005/2014 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General” define parámetros de continuidad de servicio, que se mencionan a continuación.

2.3.1 Tasa de falla

Las luminarias durante su vida útil están propensas a eventos que alteran su correcto funcionamiento y operación, por ende las empresas Distribuidoras deben llevar un control de todas las luminarias que presenten una falla, en este sentido la Tasa de falla se determina a partir de la siguiente expresión:

$$T_f = \frac{\text{Número de luminarias en falla}}{\text{Número de luminarias totales}} \quad (2.11) [2]$$

En donde:

“El número total de luminarias corresponde a las registradas por la empresa Distribuidora al inicio del mes, mientras que, las luminarias en falla corresponden a la suma de todas las reportadas como falladas durante el mes”. [2]

En caso de que la empresa distribuidora no disponga de información de uno o más alimentadores, la tasa de falla mensual para esos alimentadores será de 0,04 afectado por una constante, cuyo valor depende del número de meses consecutivos en los que la empresa distribuidora no cuente con dicha información Tabla 2.1, según se indica a continuación:

$$T_f = 0,04 * (1 + x) \quad (2.12) [5]$$

Tabla 2.1 Constante para el cálculo de la tasa de falla. [2]

Meses consecutivos de no contar con información	x
2 meses	0,25
3 meses	0,5
4 meses	0,75
> 4 meses	1

Para que una luminaria sea considerada en estado de falla, ésta debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- Si la luminaria es reportada como apagada durante el tiempo en que está programada para funcionar, sin importar el tiempo que haya permanecido en ese estado.
- Si la luminaria es reportada como encendida durante el tiempo en que está programada para estar apagada.
- Si la luminaria presenta un comportamiento intermitente en cualquier hora del día.

Para fines de calidad, la tasa de falla del sistema no podrá ser superior a 0,02.

2.3.2 Reposición del servicio en luminarias

Los tiempos máximos de reparación de una luminaria o un grupo de luminarias que se encuentren en estado de falla, tomando en consideración la hora del reclamo son:

Área urbana: 1 día

Área rural: 3 días

El tiempo de reposición de una luminaria en falla se contabilizará desde que es reportada como tal, hasta que haya sido reparada o sustituida según corresponda.

Capítulo 3

ORGANIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

3.1 Ingeniería del mantenimiento

Los computadores al final del siglo pasado han permitido desarrollar la ingeniería en muchos campos, una de ellas es la del mantenimiento que pasó a desarrollar criterios de predicción de fallas con la finalidad de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento. Los criterios de Mantenimiento predictivo o previsorio fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados reduciendo las tareas burocráticas de los departamentos de mantenimiento. Estas actividades ocasionaron la separación de la Ingeniería de Mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de la Planificación y Control del Mantenimiento (PCM), este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de Mantenimiento, como lo ilustra la Figura 3.1

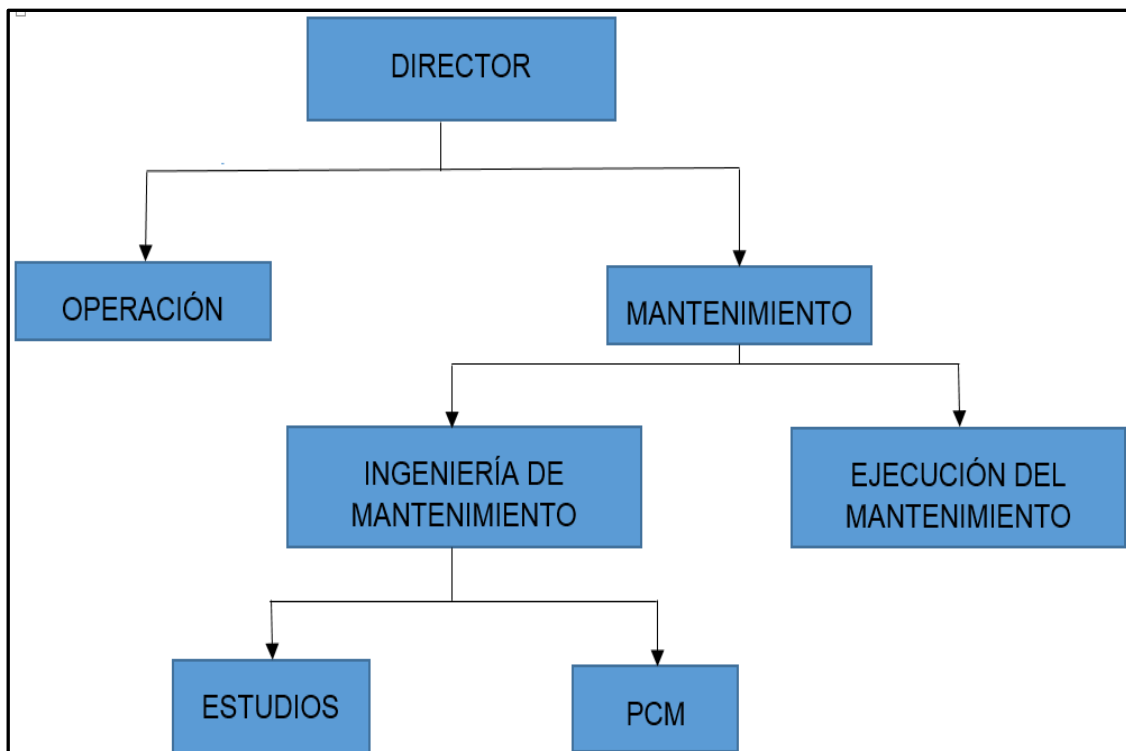


Figura 3.1. Subdivisión de la Ingeniería de Mantenimiento. [3]

Los criterios de globalización corporativa son vistos hoy en día como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento ocupa uno de los más fuertes en los resultados de las empresas. Por otro lado el mantenimiento también tiene sus proveedores. Figura 3.2



Figura 3.2.Cadena de relaciones del mantenimiento. [3]

Con los criterios actuales de la ingeniería de mantenimiento, las decisiones de los encargados deben estar enfocadas a conceptos de buen manejo de los mismos.

Los criterios a observar son:

- Mejora continua de las luminarias.
- Recopilación de información, evaluación y satisfacción de las necesidades de los clientes.
- Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios.
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios.
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas.
- Planificación del mantenimiento, específicamente todo lo que se refiere a alumbrado público.

La coordinación en la planificación como estrategia de un buen servicio de mantenimiento elimina barreras en la obtención de metas que pueden ser alcanzadas solamente cuando trabajan otros departamentos y el de mantenimiento juntos dando como resultado:

- El aumento de la confiabilidad.
- El bajo costo de ejecución de una reparación como resultado del mantenimiento optimizado.
- Rutinas sistematizadas para minimizar mantenimiento.
- Sistemas de mantenimiento con auxilio de procesamiento electrónico de datos.

La CENTROSUR dispone de tres grupos de mantenimiento correctivo exclusivos para el área urbana y rural del cantón Cuenca, en donde están instaladas el 52.5% del total de las luminarias del sistema. [2]

En Enero de 2002 se aprobó un “Programa de Mantenimiento Preventivo de Alumbrado Público” (Memo DIDIS 108-2-01-2002), para la mejora del servicio de alumbrado público y administración del mantenimiento preventivo del alumbrado existente en el cantón Cuenca. El programa establece la zonificación de la ciudad para un adecuado control de la inversión y del programa de mantenimiento, el mismo que se muestra en la Figura 3.3.

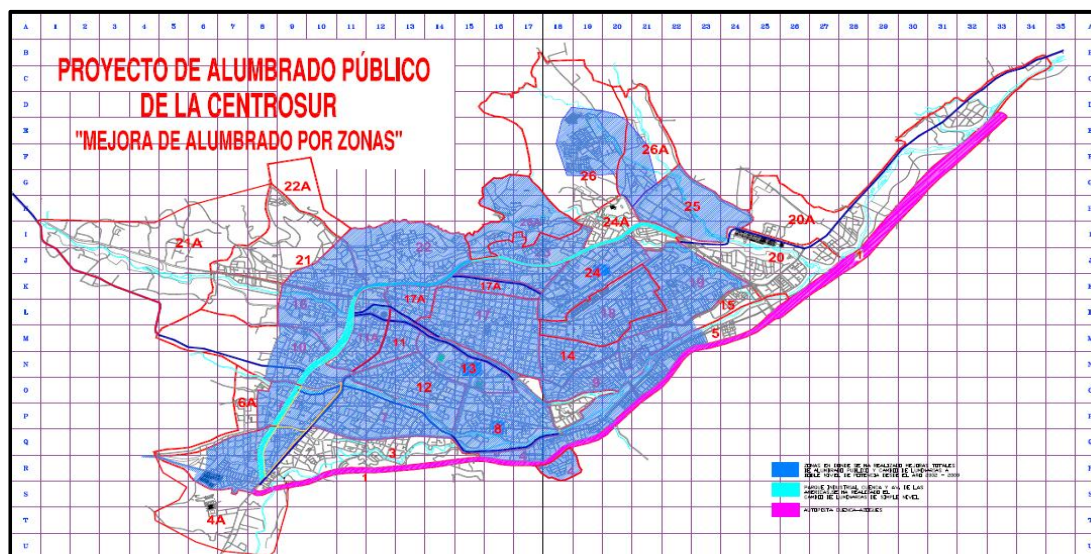


Figura 3.3 División de la ciudad de Cuenca en 23 zonas [2]

En el transcurso del año 2014, se incorporó dos vehículos tipo canasta, con los cuales se ha conformado tres grupos de mantenimiento preventivo, por lo que desde el mes de agosto año 2014 se está interviniendo en el mantenimiento preventivo de manera global a zonas determinadas en el cantón Cuenca. Este mantenimiento consiste en la limpieza de los difusores el reemplazo total de lámparas y fotocélulas, además de ignitores y condensadores de ser necesarios.

El Programa consiste en intervenir periódicamente en cada Zona y cambiar los elementos de las luminarias que han cumplido su vida útil y realizar limpieza de los difusores, con el propósito de mantener el flujo lumínico de diseño, mantener la vida útil, disminuir pérdidas de energía, tener un sistema eficiente de alumbrado público con el fin de disminuir el número de luminarias en falla.

Para el año 2015 la CENTROSUR a través del Departamento de Alumbrado público planificó intervenir las zonas delimitadas como 14 y 17. [2]

En la Zona 14 se realizó el mantenimiento preventivo de 586 luminarias.

En la Zona 17 se realizó el mismo tipo de mantenimiento en 1450 luminarias.

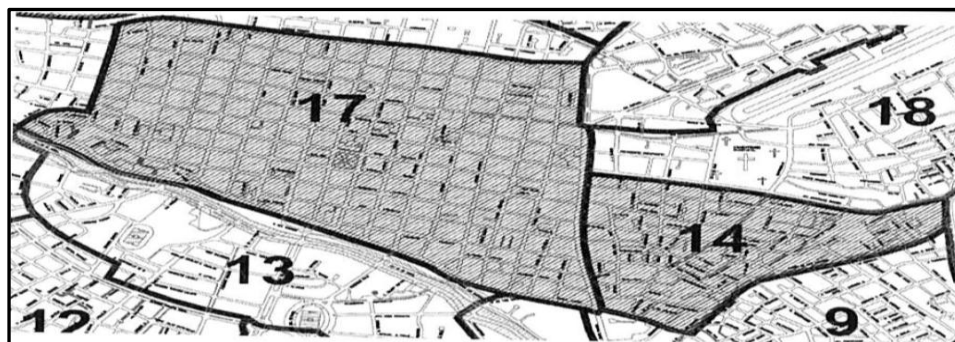


Figura 3.4. Programa de mantenimiento Zonas 14 y 17 [2]

Para el año 2016 la CENTROSUR a través del Departamento de Alumbrado público planificó intervenir las zonas delimitadas como 22, 23, 25

Zona 22, desde el de enero de 2016 hasta mayo 2016, se realizaron el mantenimiento de 1018 luminarias

Zona 23 se realizaron los mantenimientos de 1044 luminarias desde junio hasta noviembre del 2016

Zona 25, desde mayo hasta junio, los mantenimientos preventivos se realizaron para 248 luminarias. Para todos los casos los mantenimientos consiste en cambiar fotocélulas, lámparas, ajustes de terminales, limpieza de difusores y reemplazo de algún elemento auxiliar que se detecte en mal estado, como lo muestra la Figura 3.5 [2]

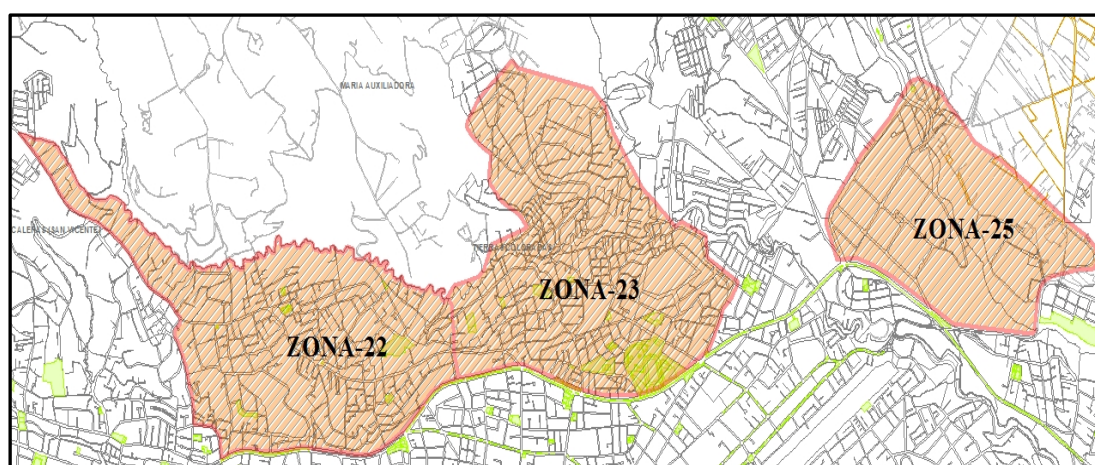


Figura 3.5. Zonas que se realizara mantenimiento preventivo en el año 2016 [2]

3.2 Niveles jerárquicos en el mantenimiento

Para determinar los niveles jerárquicos dentro de una empresa con la finalidad de ser más eficientes, el departamento de mantenimiento debe establecer y

comunicar las metas a cumplir y decidir si el siguiente nivel en la jerarquía requiere ser alcanzado, o no, para conseguir este paso la prioridad lo establece los indicadores (analizados en el Capítulo 2) que es necesario la jerarquización de los mismos, como se puede observar en la Figura 3.6

De manera que aquellos niveles que tienen la posibilidad de cambio, mejora o necesidad de observación estén de acuerdo con algunos índices y sus correspondientes estrategias a seguir.

Además de los indicadores hay otro factor muy importante que se debe considerar que es la evaluación de los clientes, por ello la necesidad de realizar encuestas y calcular un elevado número de indicadores que van ligados al cumplimiento de las metas y exigen un cronograma de ejecución de éstas, así como sus estrategias asociadas.

La cantidad de información proveniente de los indicadores calculados a través de información extraída de las encuestas se ve reflejada por la percepción de los usuarios cuando éstas se mantengan dentro de los rangos dados por las normas.

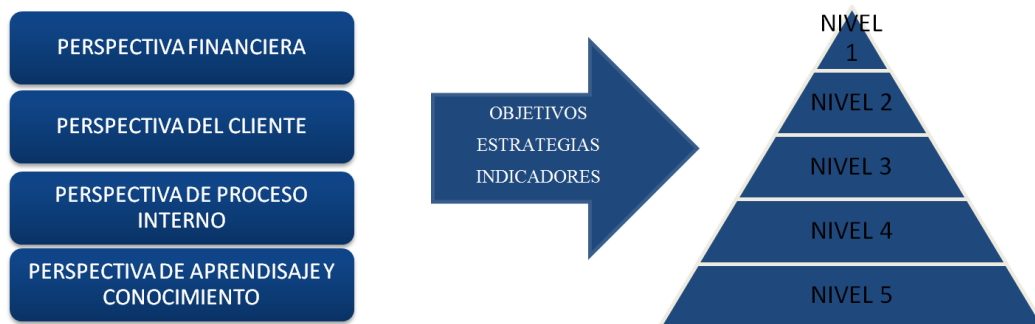


Figura 3.6. Proyección de indicadores según niveles jerárquicos. [3]

En nuestro país el organismo que regula el sistema eléctrico es el ARCONEL que emite las regulaciones necesarias de acuerdo con la política energética nacional para la prestación del servicio de alumbrado público, donde las empresas distribuidoras deben acatar estas normas dentro de sus áreas de concesión o servicio.

Entre estas regulaciones consta una de las más importantes que es la 005/14, en la cual los entes municipales ya no tienen facultad legal de regular y controlar el servicio alumbrado público, porque esto corresponde al CONELEC mediante Oficio No. 026202, de 14 de julio de 2006.

Pues dicha regulación se establece para normar las condiciones técnicas, económicas y financieras que permitan a las distribuidoras de energía eléctrica



prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo.

Otro párrafo de la regulación 005/14, y que se considera importante para este trabajo, hace referencia a las empresas distribuidoras como responsables de la prestación de servicio de alumbrado público estando comprometidas a:

- Elaborar y coordinar con los municipios, el plan de expansión del Alumbrado Público General (APG) para cubrir la demanda de este servicio, de acuerdo a lo establecido en esta regulación.
- Expandir el sistema de alumbrado público general a fin de cubrir la demanda del servicio de conformidad con los planes de expansión.
- Mantener actualizados sus inventarios de activos del APG, en un sistema informático que permita su seguimiento y verificación por parte de las autoridades de control.
- Ejecutar las acciones de expansión y mejoras del APG y reportar dichas acciones de acuerdo a lo que establezca el CONELEC.
- Instalar equipos que cumplan con criterios de eficiencia energética y las normas de preservación del medio ambiente.

Para dar cumplimiento a lo indicado en la Regulación 008/2011, la CENTROSUR, en el año 2016 ha realizado varias tareas entre ellas:

- Preparación de la Cartilla SAPG-2017
- Mayor mantenimiento correctivo en cantones.
- Contratación de Diseños para calidad y expansión del sistema de alumbrado público general
- Administración de Convenio con Empresa Municipal de Movilidad
- Instalar sistemas de medición en el alumbrado ornamental.

Obtención de datos y cálculo de los parámetros de Continuidad establecidos por la Regulación del CONELEC 008/2011. [1]

Para las tareas del alumbrado público, CENTROSUR C.A dispone de un departamento de Alumbrado Público, el cual está conformado por un Jefe de departamento, Superintendentes de alumbrado público., Asistentes de Ingeniería, Jefes de Grupo Eléctrico, Electricistas, adicionalmente dispone de otros grupos de electricistas que tienen dependencia en Departamento de Supervisión y Control que realizan tareas exclusivas de mantenimiento correctivo.

Como equipos la CENTROSUR dispone de vehículos con canastilla para la ejecución de los trabajos. [2]

El autor de '*Problemática en la medición del rendimiento en la función del mantenimiento*' [4], explica que un modelo jerarquizado que consigne el

equilibrio entre eficacia y eficiencia considerando la opinión del cliente, debe enfocarse en los siguientes puntos:

- Mejora de políticas de mantenimiento.
- Mejora de calidad.
- Mejora de respuesta de mantenimiento.
- Mejora de seguridad.

3.2.1 Mejora de Políticas de mantenimiento

Desde el año 2002 se mantiene como política de mantenimiento preventivo, el plan denominado “Programa de Mantenimiento Preventivo de Alumbrado Público” el mismo que se ha ejecutado de manera programada y por zonas con el propósito de cumplir con éste en el tiempo estimado para que la parte urbana de la ciudad de Cuenca se encuentre con los mínimos niveles de iluminación exigidos por las normas. En cuanto al mantenimiento correctivo del sistema de alumbrado público, la CENTROSUR atiende los reclamos de sus clientes, los mismos que se receptan por ventanilla o por teléfono, para lo cual dispone de tres grupos de mantenimiento que laboran en jornadas rotativas los 365 días del año, atendiendo desde 07h00 a 22h00.[2]

Tabla 3.1. Número de reclamos atendidos del año 2010 al 2016. [2]

NÚMERO DE RECLAMOS ATENDIDOS POR LA CENTROSUR	
AÑO	CANTIDAD
2010	5722
2011	6165
2012	5474
2013	7884
2014	6935
2015	8838
2016	10382
TOTAL	17361.00
MEDIA ARITMÉTICA	7342.85

Desde el año 2010 al 2016 se han atendido 17.361 reclamos como se muestra en la Tabla 3.1 en la cual se observa la tendencia creciente de reclamos cada año, en ellos se involucran las averías que conforman el sistema eléctrico, como por ejemplo salida de un transformador, o de un alimentador, etc. Mientras que en la Tabla 3.2 se presenta el registro de reclamos concernientes al alumbrado público, en el período comprendido entre los años 2013 y 2016.

Tabla 3.2. Número de reclamos de alumbrado público atendidos. [2]

NÚMERO DE RECLAMOS ATENDIDOS POR LA CENTROSUR	
AÑO	CANTIDAD
2013	2638
2014	2388
2015	2918
2016	4618
TOTAL	12562
MEDIA ARITMÉTICA	3140.5

El ARCONEL ha definido tres índices de gestión para el alumbrado público que se relacionan con el mantenimiento correctivo, que son los siguientes: [1]

- Tiempo Medio de Atención de reclamos de Alumbrado Público (TMARAP).
- Tasa de Falla.
- Reposición del Servicio en Luminarias.

Estos índices tienen que ver con el tiempo de atención a los reclamos por deficiencias en el servicio de alumbrado, por lo que la CENTROSUR ha adoptado como política, conformar tres grupos de mantenimiento preventivo con cuyo trabajo se prevé reducir la cantidad de reclamos.

3.2.2 Mejora en calidad

El Departamento de Alumbrado Público de la CENTROSUR a partir de su creación en el año 2012 ha venido realizando esfuerzos para que el sistema de alumbrado público del cantón Cuenca cumpla con los índices propuestos por el ARCONEL, de esa forma la atención de reclamos (TMARAP) y los tiempos de reposición de luminarias se han mantenido dentro de los rangos estipulados por la Regulación 005/14, considerándose estos índices como una referencia para mejora continua.



La tasa de falla (T_f) del sistema de alumbrado público de acuerdo a la Regulación 005/14, debe ser emitida cada mes, y se considera como la relación entre la cantidad de luminarias en estado de falla sobre la cantidad de luminarias totales.

3.2.3 Relación de la seguridad ciudadana con el alumbrado Público

En la década de los años 1960, en países como los Estados Unidos y Europa se realizaron estudios de los altos índices delictivos.

Relacionados con la falta de iluminación, que luego de años y recopilación de datos no se obtuvieron buenos resultados, las denuncias de delitos no se redujo, a pesar de aumentar la iluminación pública. En años posteriores se notó una disminución en los actos delictivos en zonas iluminadas que fueron realizadas bajo diseño, considerando la calidad y la eficiencia de la iluminación. Se concluyó por ende, que el hecho de incrementar puntos de luz, sin criterios de diseño, con grandes consumos de potencia para incrementar los niveles luminosos puntuales, no contribuyen al incremento de la seguridad de los habitantes. Esto se logra a partir de una iluminación eficiente y uniforme. [8]

En Cuenca a pesar de las mejoras de iluminación en algunas de las zonas que están en el Plan elaborado el año 2002 no se ha disminuido los índices de delincuencia, por lo tanto no se puede atribuir al alumbrado los aspectos delincuenciales de la ciudad.

La percepción de inseguridad de un ciudadano Cuencano significa tener una baja probabilidad de ser asesinado, una alta de ser asaltado y al menos una vez ser víctima de hurto. [13]

3.3 Estructura Organizacional

Dentro de la estructura organizacional de la CENTROSUR se han establecido políticas de servicio que incluyen a las de planificación, expansión y administración.

3.3.1 Políticas de servicio

Las responsabilidades que tiene la CENTROSUR en las Regulaciones establecidas por el CONELEC son:

- Ampliación del sistema de alumbrado público con la finalidad de cubrir la demanda.
- Cumplir con los parámetros establecidos de calidad de servicio y continuidad en la prestación del servicio de acuerdo a las normativas vigentes.



- Mantener actualizados sus inventarios de activos del alumbrado público general, en un sistema informático, para que las autoridades de control puedan verificar y hacer un seguimiento del mismo.
- Ejecutar las acciones de expansión y mejoras del alumbrado público y reportar los indicadores de ejecución de las actividades.
- Instalar equipos que cumplan con criterios de eficiencia energética y las normas de preservación del medio ambiente.
- Reportar los índices de acuerdo a la normativa existentes en aspecto relativos a especificaciones de calidad y continuidad del alumbrado.

Política de Planificación:

En el año 2002, la CENTROSUR dividió el área urbana y periférica del cantón Cuenca en 23 zonas, con el propósito de reemplazar las luminarias de manera sistemática en las mismas, así como de mejorar y consolidar el sistema de iluminación en estos sectores, por lo que es política de la CENTROSUR intervenir con obras de manera masiva en cada zona y no de manera puntual. Para tal propósito previamente se realizan los diseños de iluminación por zona observando las normas de iluminación respectiva. [8]

Política de expansión:

Con los diseños aprobados y, por lo tanto, con los presupuestos determinados, se han gestionado los recursos que provienen de los recursos propios de la CENTROSUR. Para obras a partir del año 2013 éstos serán previamente aprobados por el CONELEC.

Política de Administración:

Mediante resolución del Directorio N° 1227-3886 del 12 de julio de 2012, la CENTROSUR conformó el Departamento de Alumbrado Público, que es el encargado de gestionar todo lo referente al alumbrado público, respecto de las Obligaciones de la CENTROSUR con el CONELEC y el mantenimiento preventivo en el Cantón Cuenca, además de dar el apoyo necesario a las Agencias y a la Dirección Morona Santiago en temas del alumbrado.

El organigrama de este departamento se indica en la Figura 3.7, el mismo que lo conforman: un Jefe del Departamento de Alumbrado Público, dos Superintendentes de Alumbrado Público, dos Asistentes de Ingeniería, tres Jefes de Grupo Eléctrico y seis Electricistas

Específicamente el mantenimiento correctivo del alumbrado público está a cargo del Departamento de Supervisión y Control en el cantón Cuenca.

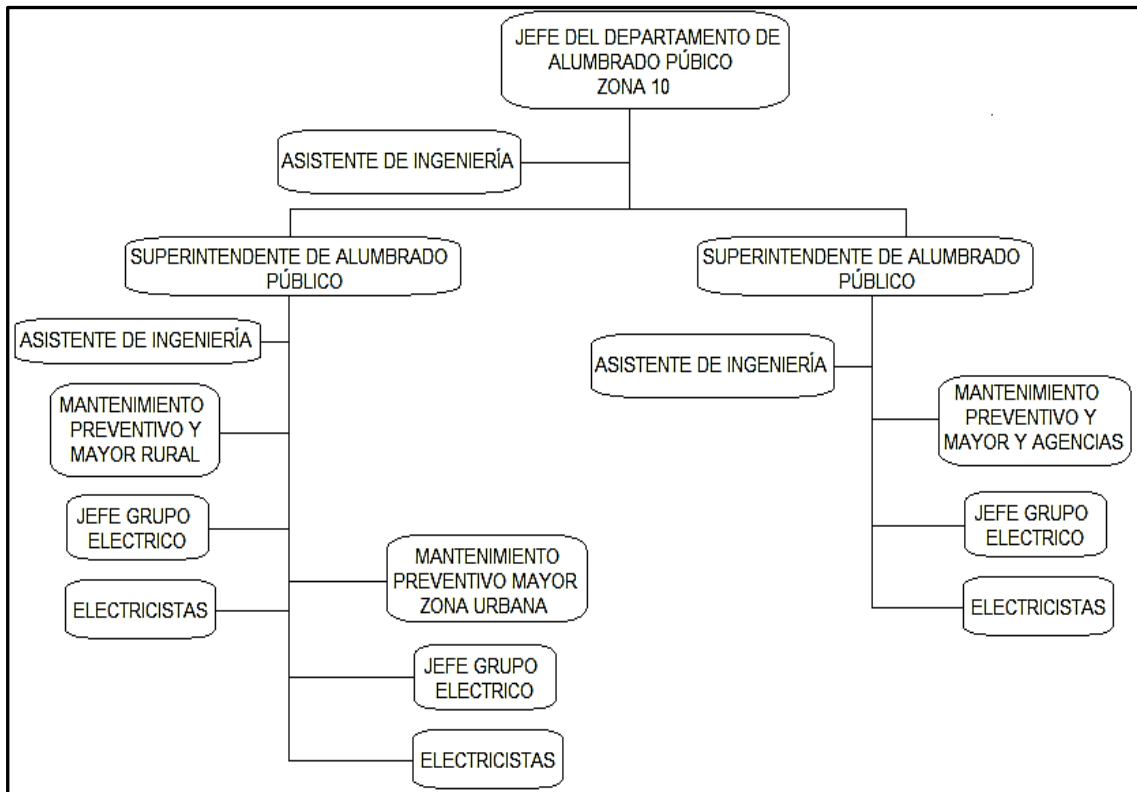


Figura 3.7 Jerarquía del sistema de alumbrado público en la CENTROSUR. [2]

Hasta el mes de julio del 2012, la CENTROSUR administraba y gestionaba el sistema de alumbrado público de la ciudad desde el Departamento de Supervisión y Control, el mismo que pertenecía a la Dirección de Distribución. Una de las actividades del Departamento de Supervisión fue la Gestión del Alumbrado Público, en lo que respecta a la planificación, aprobación de diseños, construcción, fiscalización, mantenimiento correctivo. [2]

Las funciones principales del Departamento de Alumbrado público son:

- Planificar, revisar y aprobar diseños, construir, fiscalizar y realizar mantenimiento preventivo a los sistemas de alumbrado público, en la ciudad de Cuenca.
- Apoyar en la Planificación y revisión de Diseños de alumbrado público, de sectores administrados por las Agencias y el DIMS.
- Apoyar con el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de iluminación administrados por las Agencias.
- Gestionar la asignación de recursos para obras de expansión, mejoras y mantenimiento del alumbrado público de toda el área de concesión de la CENTROSUR.
- Realizar tareas tendientes al cumplimiento de los índices de continuidad especificados en la Regulación del CONELEC 008/2011.
- Coordinar la puesta en operación de sistemas de semaforización y video vigilancia, con las instituciones que operan los mismos.



- Coordinar con otras instituciones relacionadas al quehacer del alumbrado, como Municipios, Gobierno Provincial, Fundación “Iluminar Luz y Color para Cuenca”, etc.

El Departamento de Alumbrado Público, es una dependencia de la Dirección de Distribución y funciona en el edificio Matriz de la CENTROSUR en la ciudad de Cuenca. [2]



Capítulo 4

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS LUMINARIAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CANTÓN CUENCA

En el presente capítulo se analiza el mantenimiento del sistema de alumbrado público administrado por la CENTROSUR en el Cantón Cuenca, el análisis se lo realiza para los últimos cuatro años, y se toma como base los parámetros de continuidad requeridos en la Regulación 005/14, además se analiza el mantenimiento correctivo y preventivo realizados.

4.1 Datos del Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo comprende todas las operaciones necesarias para localizar, reparar y adecuar las instalaciones de alumbrado público, con la finalidad de que funcione adecuadamente, manteniendo siempre sus características de diseño.

En la Tabla 4.1 se observa el número de reclamos de alumbrado público y la cantidad de luminarias instaladas por año durante el periodo 2013-2016, esta información permitirá el análisis del mantenimiento correctivo realizado por la CENTROSUR. Para el análisis se establece el año 2013 como año base, el mismo que presentó un incremento del 26.88% en el número de quejas con respecto al 2012 y del 8.5% respecto al incremento de luminarias instaladas en el mismo año. [14]

El porcentaje de reclamos por alumbrado en el año 2014 disminuyó en un 4.76% en relación al año 2013, mientras que el número de luminarias se incrementó en un 8.15 % respecto del mismo año. Para este año la relación numérica de reclamos del alumbrado público con el número de luminarias instaladas no es proporcional. [14]

En el año 2015 el porcentaje de reclamos del alumbrado se incrementó en 14.86% con relación al año 2014 y el número de luminaria instaladas se incrementó en el 1.63% en el mismo año, la relación de reclamos con el número de luminarias instaladas en el año 2015 no es proporcional. [14]

Para el año 2016 el número de reclamos del sistema de alumbrado se incrementó en un 68.7 % respecto del año 2015 y el número de luminarias instaladas se ubicó en el 1.96%. La relación de porcentaje de reclamos de alumbrado con respecto a las luminarias instaladas no guarda la misma relación de porcentaje. [14]

A continuación se analizan las relaciones de porcentaje del número de reclamos por iluminación con el número de luminarias instaladas.

Si analizamos el año 2013 con el año 2012 se nota que existe una variación en la relación de reclamos con el número de luminarias, mientras que para el año 2014 los reclamos disminuyeron respecto al año 2013, una explicación que se puede dar entre otras es a que en el año 2014 se ejecutó el plan de mantenimiento preventivo, mientras que el número de luminarias Instaladas se incrementó en un 8.15 %. [14]

Para el año 2015 el porcentaje de reclamos que se incrementó respecto del año 2014 en un 14.86%, que pudo darse entre otros motivos a que ciertos meses el número de reclamos de alumbrado se duplicaron en relación del año 2014. [14]

En el año 2016 el número de reclamos de alumbrado respecto del año anterior se incrementó en un 68.7%, la explicación que se puede dar es que este año fue 70 días más lluvioso que el año 2015 y provocó un aumento de daños en el sistema de alumbrado en los reclamos. El incremento de luminarias respecto del año 2015 fue del 1.96% lo cual no afecta a la cantidad de reclamos en la proporción presentada. [14]

Tabla 4.1 Número de reclamos de alumbrado público y número luminarias instaladas en porcentaje.

Año	Número de reclamos atendidos	Porcentaje de crecimiento anual respecto del año 2013 (%)	Número de luminarias instaladas	Porcentaje de crecimiento anual respecto del año 2013 (%)
2013	2500	26.88	51545	8.59
2014	2381	4.76	55748	8.15
2015	2735	14.86	56662	1.63
2016	4614	68.70	57774	1.96

4.2 Datos del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la revisión, limpieza y cambios de elementos de las luminarias que periódicamente se realizan al sistema de alumbrado público. Este tipo de mantenimiento tiene como herramienta principal la información y los datos técnicos que permitan la identificación de las futuras fallas y prevé la disminución del flujo lumínico.

Los datos técnicos hacen referencia a las mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de alumbrado para conocer los valores de tensión, corriente, y de esta forma conocer los parámetros eléctricos de funcionamiento de las luminarias.

La CENTROSUR realiza el mantenimiento preventivo de manera constante desde el año 2015, del cual se indica en lo siguiente:

La CENTROSUR en el año 2015 realizó el mantenimiento preventivo en la zona 14 y zona 17 del cantón Cuenca, estas zonas fueron elegidas debido a la antigüedad de los elementos que integran las luminarias que ya superaban la vida útil, disminuyendo entre otros parámetros el flujo lumínico.

Los trabajos de mantenimiento realizados en cada zona se detallan a continuación:

Zona 14

En la zona 14 se realizó el mantenimiento preventivo de 586 luminarias, realizándose cambios de lámparas, fotocélulas, ignitor, además de la limpieza de los difusores.

Zona 17

Esta zona es de gran afluencia vehicular, gran parte de ella pertenece al Centro histórico y zonas comerciales, en ella se realizó el mantenimiento de 1450 luminarias, de igual forma se procedió al cambio de lámparas, fotocélulas, ignitor y la limpieza de los difusores con la finalidad de mantener el nivel de iluminancia mínima exigido por el ARCONEL.

En la Figura 4.1 puede observarse la Zona 14 y 17.

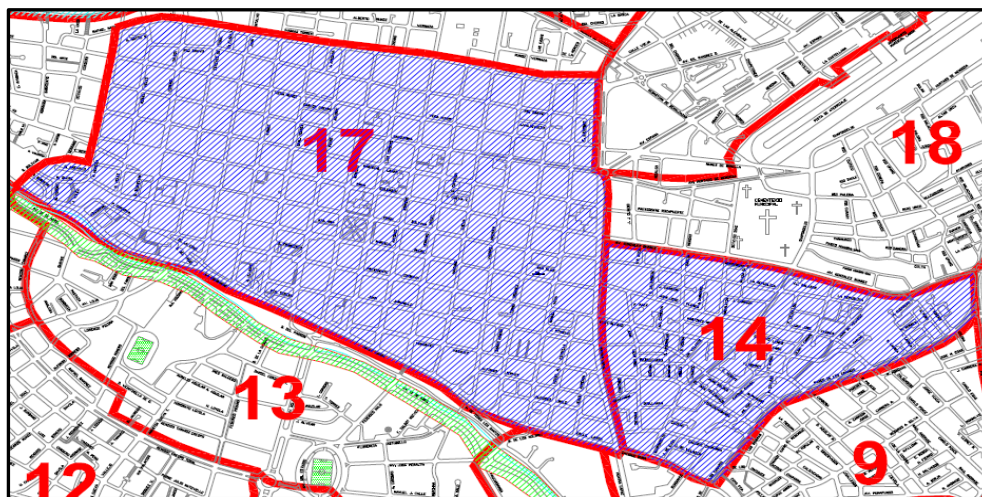


Figura 4.1 Zonas que se realizaron los mantenimientos. [2]

En la Tabla 4.2 se observa un cuadro resumen del número de luminarias intervenidas durante el mantenimiento realizado en el año 2015, dando un acumulado de 2.036 luminarias.

Tabla 4.2. Número total de luminarias en las que se realizó el mantenimiento preventivo en el año 2015.

NÚMERO DE LUMINARIAS CANTÓN CUENCA		
AÑO	Meses	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
2015	Agosto	586
2015	Septiembre	
2015	Octubre	1450
2015	Noviembre	
2015	Diciembre	

En la Figura 4.2 y Figura 4.3 se aprecia una calle que se encuentra dentro de las zonas intervenidas, en la primera se observa una iluminación con bajo flujo luminoso.

Para contraste en la Figura 4.3 se observa el cambio, producto de que se realizó el mantenimiento del sistema de alumbrado público.



Figura 4.2 Foto de una de las calles antes del mantenimiento [8]



Figura 4.3 Foto la misma calle después del mantenimiento [8]

En el año 2016 se realizó el mantenimiento preventivo a las Zonas 22, 23 y 25 para realizar el plan de mantenimiento preventivo, como se indica en la Figura 4.4

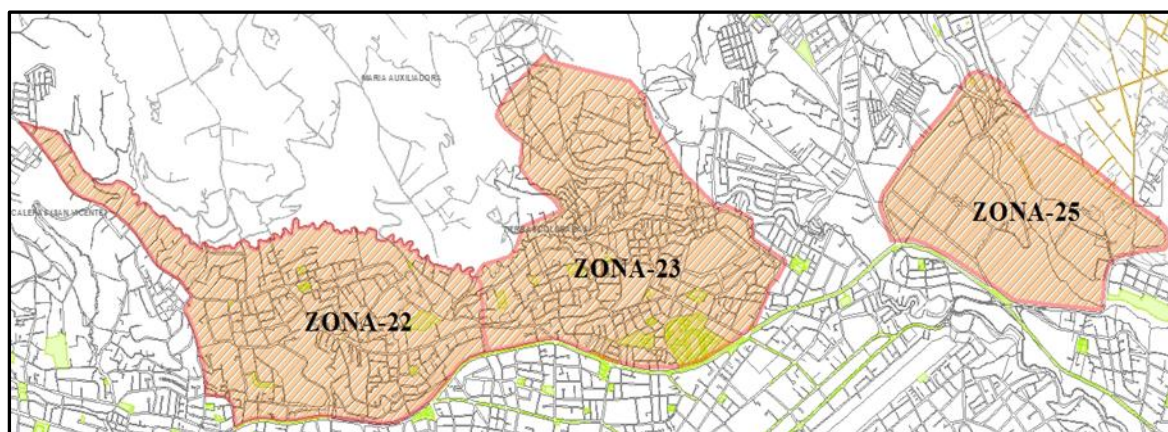


Figura 4.4 Zonas delimitadas como 22,23 y 25 [2]

Los trabajos de mantenimiento realizados en cada zona se detallan a continuación:

Zona 22

De Enero hasta mayo del año 2016 se realizó el mantenimiento de 1.092 luminarias en el cual se procedió al cambio de lámparas, ignitores además de la limpieza de los difusores; esta zona está comprendida entre las calles Av. de Las Américas, Camino a San Pedro del Cebollar, Tarqui y Camino del Tejar.

Zona 23

En esta zona se realizó el mantenimiento de 1.362 luminarias en el cual se procedió al cambio de lámparas, inigtores además de la limpieza de los difusores; esa zona está comprendida entre las calles comprendida entre las calles Av. de las Américas, Virgen del Rocío, Barrial Blanco, Floresta.

Zona 25

El mantenimiento se realizó a 297 luminarias en el cual se procedió al cambio de lámparas, inigtores además de la limpieza de los difusores, con la finalidad de mantener el flujo lumínico de diseño; esta zona está comprendida entre las calles Paseo Río Machángara, Camino a Ricaurte, 4 Esquinas, Av. De las Américas, Av. 25 de Mayo.

En la Tabla 4.3 se presenta un resumen del número de luminarias en las que se realizó el mantenimiento en el año 2016.

Tabla 4.3 Número total de luminarias en las que se realizó el mantenimiento preventivo en el año 2016 [2]

NÚMERO DE LUMINARIAS CANTÓN CUENCA		
AÑO	Meses	Mantenimiento Preventivo
2016	Enero	1902
2016	Febrero	
2016	Marzo	
2016	Abril	
2016	Mayo	
2016	Junio	1362
2016	Julio	
2016	Agosto	
2016	Septiembre	
2016	Octubre	
2016	Noviembre	297
2016	Diciembre	

En la Figura 4.5 y Figura 4.6 se observa una calle con bajo flujo lumínico el antes del mantenimiento preventivo y después de realizar el mismo, respectivamente, observándose que los niveles de iluminación mejoran luego de efectuar el mantenimiento.



Figura 4.5 Foto antes del mantenimiento [8]



Figura 4.6 Foto después del mantenimiento [8]

4.3 Análisis de los Parámetros de Continuidad: Tasas de Fallas (Tf)

4.3.1 Tasa de Falla (Tf)

Es uno de los parámetros de continuidad que se debe cumplir según la Regulación 005/14 emitida por el ARCONEL. Para obtener este índice se requiere de los registros de las fallas y cantidad de luminarias existentes, que

se registran en el Centro de Supervisión y Operación (SRI) de la CENTROSUR, con estos dos datos se obtiene la tasa de falla. La referencia es tomada del Capítulo 2, ecuación (2.11)

A continuación se presenta las figuras donde se grafican las Tasas de Falla en el período 2013 a 2016.

En la Figura 4.7 se observa la Tasa de falla del sistema de alumbrado público para el año 2013, notándose un valor pico en el mes de Abril, sin embargo este valor no supera el valor máximo establecido en la Regulación 005/14 del ARCONEL, dando muestra que durante este año la CENTROSUR cumplió con este índice.

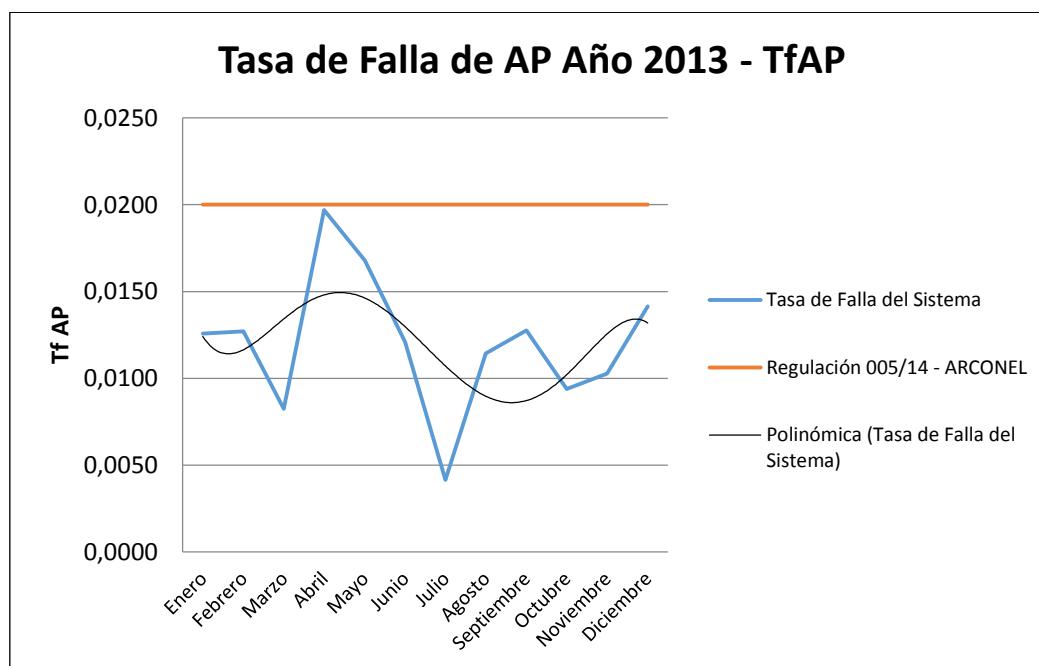


Figura 4.7 Tasa de falla del AP año 2013. [2]

El año 2014 no se presenta Tasas de falla con valores cercanos a lo estipulado en la Regulación 005/2014, manteniéndose muy por debajo de estos valores demostrando que la política de mantenimiento establecida está dando los resultados esperados, Figura 4.8

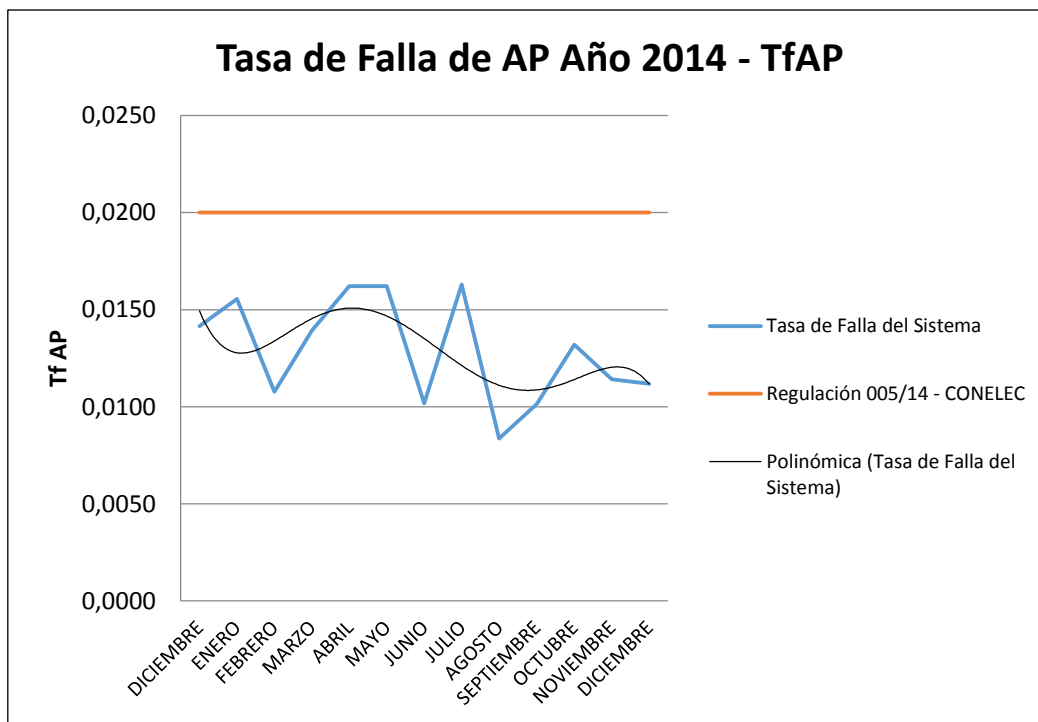


Figura 4.8. Tasa de falla del AP año 2014. [2]

En el año 2015, Figura. 4.9, la Tasa de Falla aún continua siendo menor al valor de la Regulación 005/14 sin embargo en los últimos meses del año este valor experimenta un ligero incremento en el valor de la Tasa de Falla.

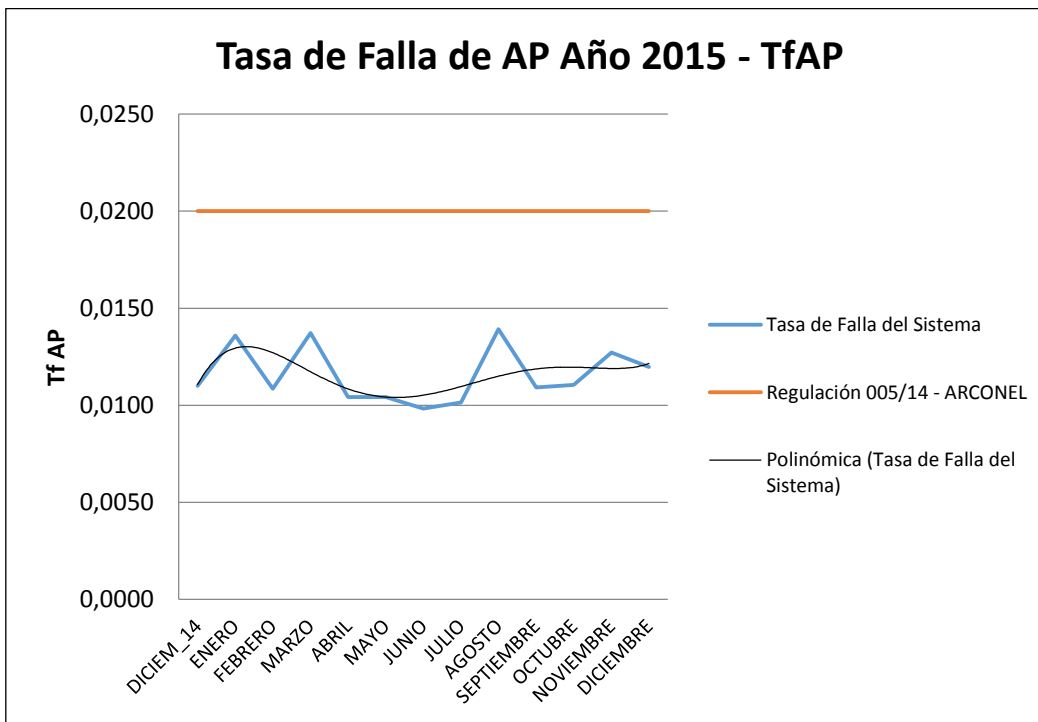


Figura 4.9 Tasa de falla del AP año 2015. [2]



En el año 2016, Figura. 4.10, la Tasa de falla es casi constante, ya no se presentan valores de tasa muy elevados, lo cual indica la mejora continua del sistema de alumbrado.

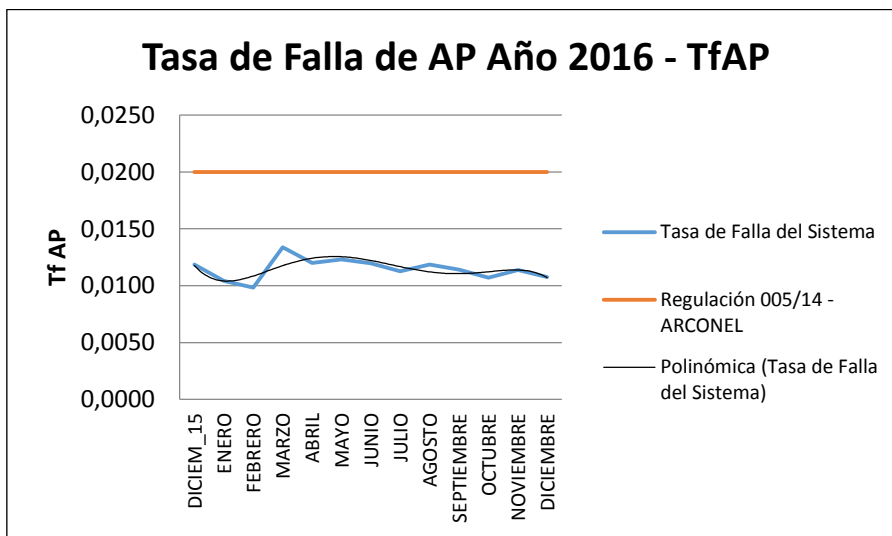


Figura 4.10. Tasa de falla del AP año 2016. [2]

En la última gráfica, Figura 4.11, se distingue la Tasa de falla para cada uno de los años en estudio, evidenciándose que se cumple con la Regulación 005/14, el valor máximo de la tasa de falla del sistema se encuentra a gran distancia del valor máximo establecido por la regulación indicada.

La CENTROSUR en cuanto a este análisis se encuentra cumpliendo con los índices planteados por la Regulación 005/14, dando muestra de venir aplicando una adecuada política de mantenimiento.

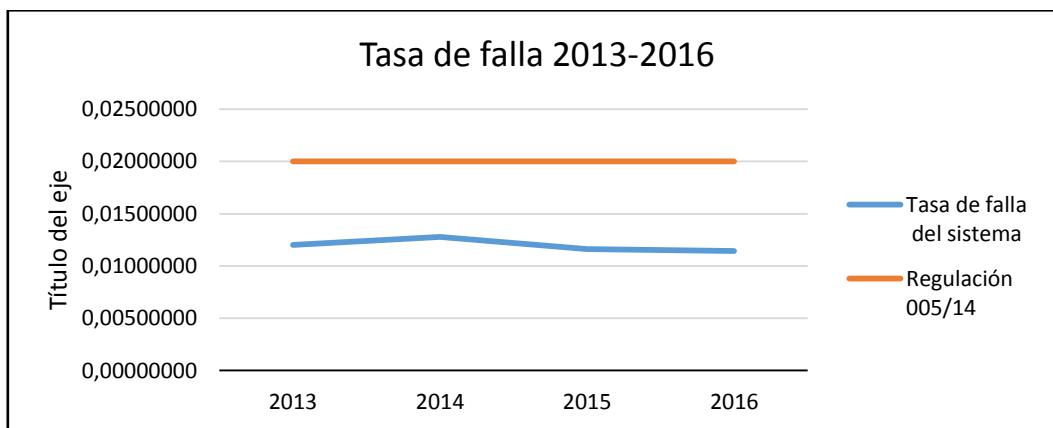


Figura 4.11. Tasa de falla del sistema de alumbrado publico en los años 2013-2016. [2]

4.4 Tiempo Medio de Atención de Reclamos de Alumbrado Público.

La CENTROSUR al ser responsable de recibir, tramitar y resolver todas las solicitudes de reclamos técnicos de alumbrado público, registra la información en el sistema informático implementado para este fin. Para la atención, verificación y solución del reclamo la empresa no debe exceder de los tiempos fijados por la Regulación 005/14 indicados en la Tabla 4.4

Tabla 4.4 Tiempo de atención a reclamos de alumbrado público [5]

TIPO	DESCRIPCIÓN	URBANO	RURAL
Reclamos técnicos	Daños en las luminarias de Alumbrado Publico	24 h	72 h

Para obtener el TMARAP se debe hacer un registro de la cantidad de reclamos atendidos mensualmente por los trabajos realizados del mantenimiento correctivo; para ello en la Tabla 4.5 se describen los tiempos medios de atención de reclamos del período 2013-2016, tanto de la parte urbana como de la rural del Cantón Cuenca, en la cual se observa que en el período bajo análisis la CENTROSUR ha cumplido con la Regulación 005/14.

Tabla 4.5 Tiempo de atención de reclamos Cantón Cuenca [5]

Año	TMARAP Urbano y Rural CENTROSUR (horas)	TMARAP Urbano Regulación 005/14 (horas)
2013	10.61	24
2014	9.7	24
2015	9.57	24
2016	4.613	24

Los TMARAP han decrecido desde el año 2013 al 2016 como lo muestra la Figura 4.12 demostrando que cada año el sistema y la gestión del mantenimiento son más eficientes porque los márgenes de tiempo desde que se realizó un reclamo y su reparación están muy alejados del valor máximo que establece la Regulación 005/14. Con esta ilustración se puede observar que los planes de mantenimiento cumplen con los propósitos aunque el TMARAP es un índice directamente relacionado con los mantenimientos correctivos e indirectamente con el mantenimiento preventivo.

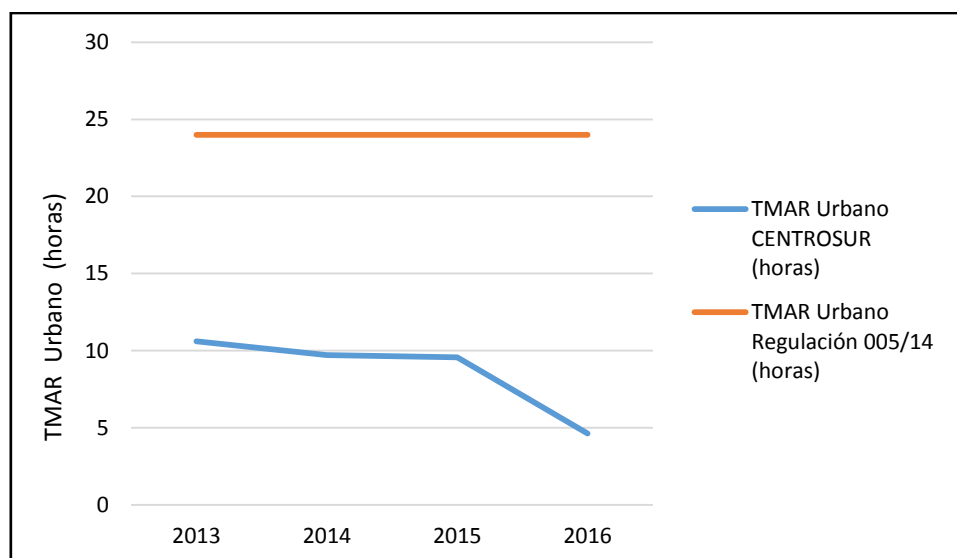


Figura 4.12 Tiempo de atención de reclamos de la zona urbana del Cantón Cuenca.
[2]

4.5 Índice de Satisfacción del Cliente.

Para conocer la satisfacción del cliente respecto del servicio de alumbrado público, se ha obtenido información de las encuestas de satisfacción del cliente que la Comisión de Integración Energética Regional, (CIER) realizó desde el año 2013 al año 2016, con la encuestadora INNOVARS del Brasil.

La encuesta se realizó en varios países de Sudamérica, a clientes de las empresas distribuidoras que prestan el servicio de alumbrado, en las diferentes regiones de Sudamérica.

La encuesta se enfocó en tres temas:

- Tener alumbrado público disponible en toda la ciudad/municipio/comuna.
- Tener alumbrado de calidad, es decir, calles y plazas bien alumbradas.
- Efectuar el mantenimiento del alumbrado en calles y plazas (cambio de lámparas, postes etc.)

Luego de las encuestas realizadas en los tres temas se ha promediado y obtenido un resultado único de posición en un ranquin a nivel de las Empresas participantes en la encuesta, la misma que se puede observar en el a ANEXO 3 en donde se ve la ubicación de la CENTROSUR respecto de otras 31 empresas distribuidoras de energía a nivel de Sudamérica y el Caribe que participaron.

Analizando los resultados se puede indicar que la CENTROSUR se ha ubicado entre el primer y sexto lugar en el ranquin de mejores calificaciones de satisfacción entre los años 2013 al año 2016.



Inclusive habiendo llegado en el año 2015 a ubicarse en el primer lugar del ranquin de satisfacción de los clientes respecto del servicio de alumbrado público, y en los años 2013 y 2014 en el segundo lugar.



Capítulo 5

MADUREZ DEL MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CANTÓN CUENCA.

5.1 Objetivo.

El objetivo del mantenimiento preventivo y correctivo a futuro es mantener la calidad del servicio de iluminación dentro de los márgenes establecidos por la Regulación 005/2014, esto es el tiempo medio para la reparación de los reclamos en el área urbana, debe mantenerse bajo las 24 horas y la tasa de falla en 0.02.

En cuanto al mantenimiento del flujo lumínico de diseño de los sistemas ya construidos, se debe mantener la política de mantenimiento preventivo tendiente a no dejar disminuir el flujo lumínico de diseño, por lo que se debe continuar con la programación del mantenimiento preventivo.

5.2 Cumplimiento de los objetivos trazados en el Plan de Mantenimiento de la CENTROSUR emitido en el año 2002.

5.2.1 Mantenimiento Preventivo

Para realizar el mantenimiento preventivo se planteó la división del área urbana de la ciudad de Cuenca en 24 zonas, en la misma se previó realizar la sustitución del sistema existente y consolidar el servicio en estas zonas.

El propósito fue además disponer de fechas de construcción del sistema en cada zona para poder realizar el respectivo mantenimiento preventivo tendiente a mantener el flujo lumínico de diseño, a disponer de un sistema energéticamente eficiente y a mantener la vida útil del sistema dentro de lo previsto que se estima para 15 años.

El mantenimiento preventivo se realizó de manera efectiva a partir del año 2015 hasta la fecha, habiendo intervenido en 5 zonas hasta el año 2016, existiendo un desfase del mantenimiento preventivo de 7 años en los sistemas que se reemplazaron al inicio del programa, las razones de esta demora fueron aspectos económicos y una inadecuada estructuración del área de alumbrado, que seguramente hubiera permitido realizar el mantenimiento correctivo.

5.2.2 Consolidación del sistema de alumbrado en el área Urbana de la ciudad de Cuenca

En cuanto a la consolidación del sistema de alumbrado público, se indica que se han intervenido en 23 de las 24 zonas previstas, teniendo un alto grado de

consolidación se lo realizado en el transcurso de los 15 años precedentes a partir de la emisión del Plan de Mantenimiento indicado. La zonificación de las zonas de mantenimiento del alumbrado público del cantón Cuenca se observa en la Figura 5.1.

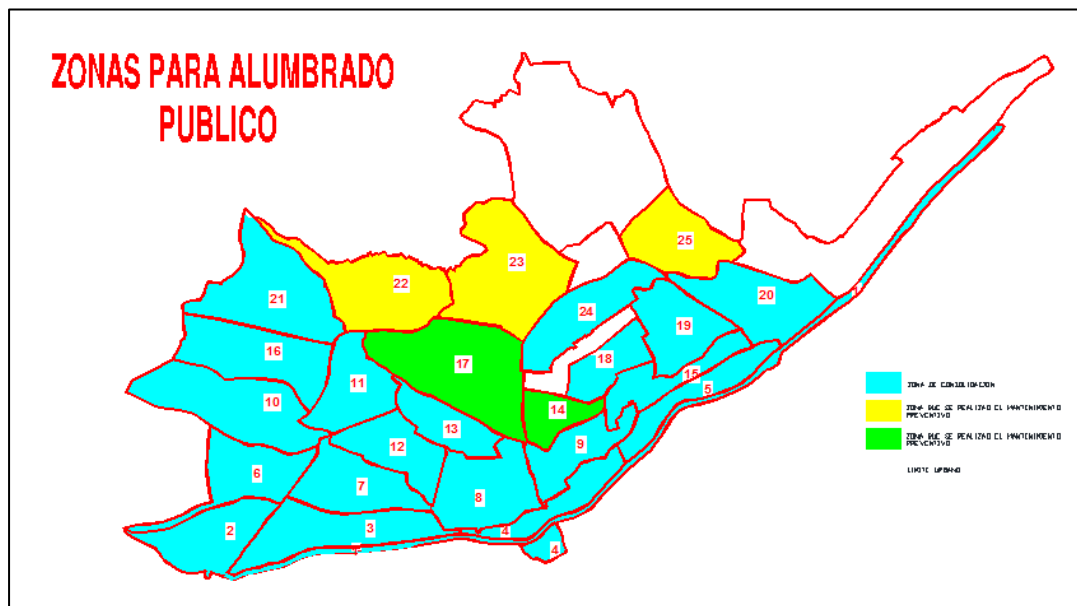


Figura 5.1 Zonificación de las zonas de mantenimiento del cantón Cuenca. [2]

5.3 Premisas para condiciones futuras

Se establecen como premisas para poder prestar el servicio en condiciones adecuadas, el mantener una estructura organizacional en la CENTROSUR dedicada exclusivamente al sistema de alumbrado, que potencie mantener y mejorar los parámetros de continuidad y servicios establecidos en la Regulación 005/2014, afrontar y superar los posibles cambios a los índices establecidos en las regulaciones ya éstos son dinámicos, y a desarrollar proyectos piloto con la introducción de nuevas tecnologías orientados a la eficiencia energética y telegestión del alumbrado. .

Es indispensable además mantener personal capacitado y formar técnicos en el área de alumbrado que conozcan de los temas relevantes del alumbrado público, garantizando que los procedimientos establecidos sean mejorados.

5.4 Sistemas de manejo de información del mantenimiento

Para la gestión del mantenimiento preventivo, la CENTROSUR ha desarrollado un sistema de registro, control y reporte como aplicativo del COLLECTOR FOR ARGIS y ARGIS ONLINE, del cual la CENTROSUR dispone licencias.

Este sistema se lo desarrollo en la CENTROSUR y se lo aplica desde el año 2016. La funcionalidad de los sistemas Collector for ArcGIS, que permiten recopilar y actualizar información en campo y en línea, y registrar la ubicación, y del sistema ArcGIS Online, que permite administrar información geográfica en un ambiente seguro que utiliza la nube, y que permite personalizar los diferentes aplicativos web, permitió que el sistema desarrollado pueda cumplir con los siguientes objetivos: [15]

- Automatizar registro de datos, seguimiento y control de mantenimientos.
- Registrar ubicación actual.
- Mejorar la eficiencia de los grupos de trabajo de campo respecto del tiempo de ejecución de los trabajos.
- Coordinar el trabajo en campo con el programa de mantenimiento.
- Observar la información en línea.

La aplicación permite instalar en un dispositivo móvil de Colector for ArGIS, ya sea en un celular inteligente o una Tablet, descargando información en estos equipos como los registros GIS (mapas) de la zona a intervenir, luego de lo cual se procede a registrar los elementos del sistema como, número poste, número de luminaria, dirección, fecha de intervención, elementos reemplazados, tipo de luminaria, etc., información que es guardada y luego se refleja en el ambiente WEB, en donde se registra en verde en el plano cuando a una [Sampedro]luminaria se le ha realizado el mantenimiento y en rojo cuando falta ejecutar el mantenimiento preventivo.

A continuación en la figura 5.2 se puede observar un ejemplo del aplicativo, cuya implementación facilita la fiscalización y el avance de los trabajos programados con los grupos de mantenimiento, mejorando el control de tiempos de ejecución y de registro de información, que se puede realizar en línea.

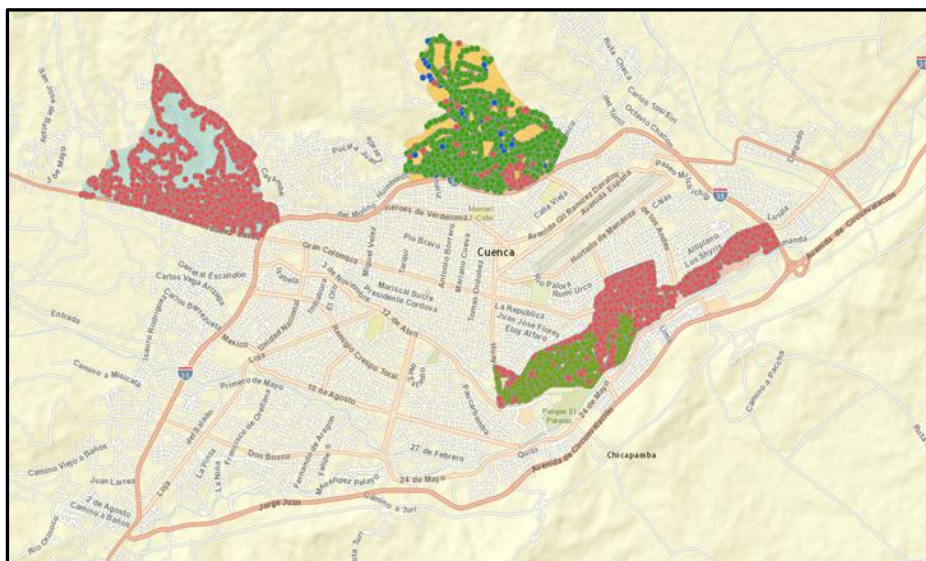


Figura 5.2 Sistema Collector for ArcGIS [15]

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El desarrollo de cada una de las fases de investigación y análisis del presente Trabajo de Titulación, permitieron obtener las siguientes conclusiones:

- Todo sistema de alumbrado público debe garantizar un adecuado nivel de visibilidad de acuerdo a las exigencias de cada zona, sin dejar a un lado los criterios de calidad, seguridad, eficacia y ahorro energético.
- Las políticas de mantenimiento de una empresa garantizaran el correcto funcionamiento de la misma, motivo por el cual es importante tener una buena comunicación entre cada uno de los departamentos que conforman la empresa, ya que este hecho permitirá que el mantenimiento sea más rápido y eficaz.
- El trabajo realizado por el Departamento de Alumbrado Público de la CENTROSUR ha sido satisfactorio, puesto que ha permitido cumplir con los indicadores propuestos por el ARCONEL, en cuanto a la Tasa de Falla y Tiempo medio de reposición del sistema, se refiere; sin embargo se pueden implantar nuevas tecnologías al sistema como es el caso de la telegestión, mismas que permitiría mejorar aún más las prestaciones del servicio de alumbrado público y una reducción en los tiempos estipulados por la regulación.
- La CENTROSUR dispone de un programa de mantenimiento preventivo de alumbrado público para el Cantón Cuenca, cuyo propósito es mantener el flujo lumínico de las luminarias dentro de los de diseño, mantener sistemas eficientes, disminuir las pérdidas de energía en los equipos y extender la vida útil de las luminarias.
- Pese a existir el plan de mantenimiento preventivo desde el año 2002, este se implementó desde el año 2014, debido a principalmente aspectos económicos y a que la CENTROSUR no mantenía un organigrama funcional que permitiera realizar el mismo.
- El mantenimiento preventivo se debió ejecutar a partir del año 2007, luego de que se construyeron las primeras zonas con los nuevos sistemas debido a que se cumplió la vida útil de las lámparas y fotocélulas.
- Se ha realizado mantenimiento preventivo desde el año 2014 al año 2015 en 5 zonas de las 24, en las mismas se ha recuperado el flujo lumínico al de diseño de acuerdo a lo planificado en el Plan de mantenimiento.
- Falta realizar mantenimiento preventivo a 19 zonas, en varias de ellas ya se ha cumplido la vida útil de las lámparas y el flujo lumínico se

encuentra disminuido, dando una percepción de un mal sistema de alumbrado público.

- La CENTROSUR cuenta con un Departamento de Alumbrado Público desde el año 2012, la misma que se ha encargado de planificar y ejecutar el mantenimiento preventivo de los sistemas de alumbrado.
- La implementación de un aplicativo informático, facilita la fiscalización y el control de los trabajos programados con los grupos de mantenimiento, mejorando los tiempos de ejecución y de registro de información, que se lo realiza también en línea.
- Se ha realizado mantenimiento preventivo a 5.597 luminarias en 5 zonas de las 35.553 existentes hasta el año 2016.
- Existe personal expreso dedicado al sistema de alumbrado, los mismos que cuentan con la capacitación necesaria.
- El mantenimiento preventivo entre otros aspectos ha provocado que la satisfacción del cliente respecto del servicio de alumbrado público se ubique de entre los mejores sistemas de Latinoamérica en los últimos años, de acuerdo a las encuestas realizadas por la CIER, que incluso ubico el servicio en primer lugar en Latinoamérica en el año 2015.
- Los parámetros de continuidad del servicio de alumbrado público, esto es Tiempo Medio de Atención de Reclamos y la Tasa de falla, se encuentran dentro de los límites establecidos en la Regulación CONELEC 008/2011 y su sustitutiva ARCONEL 005/2014 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”, en los años analizados.

Recomendaciones

- Actualizar el Plan de mantenimiento preventivo de alumbrado público aprobado en el año 2002, de acuerdo a los nuevos requerimientos técnicos y ampliando el programa a los demás cantones de la CENTROSUR.
- Dar continuidad al plan de mantenimiento preventivo que permitirá mantener la calidad del servicio, y ahorrar recursos económicos a la CENTROSUR.
- Intervenir en el mantenimiento preventivo priorizando las zonas más antiguas en donde el flujo lumínico está más depreciado.
- Mejorar la estructura organizacional del Departamento de Alumbrado Público incluyendo el mantenimiento correctivo e incrementando su intervención a los demás cantones del dentro del área de concesión de la Centrosur.
- Mantener programas de capacitación en temas de alumbrado público, incluyendo a técnicos de las diferentes Agencias a cargo de la CENTROSUR.
- Mantener las encuestas de satisfacción del cliente con la CIER, para tener un diagnostico confiable de la satisfacción del cliente respecto del



servicio de alumbrado público, el mismo que permitirá tomar acciones de ser necesario de manera oportuna.

- Mantener y mejorar el aplicativo de registro de información sobre los trabajos de mantenimiento preventivo que se ejecutan, que permitirá mantener el control de los trabajos ejecutados.
- Analizar periódicamente los parámetros de continuidad del servicio de alumbrado público, esto es tiempo de atención de reclamos y la Tasa de falla, para observar que estén dentro de los límites establecidos en la Regulación CONELEC 005/2014 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”, y realizar acciones correctivas en caso de ser necesario.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. M. y. R. S. Marin, Gestión y mantenimiento de alumbrado urbano, Argentina, 2002.
- [2] «Empresa Eléctrica Regional Centro Sur».
- [3] L. Tavares., Administración Moderna del Mantenimiento, Brazil, 2005.
- [4] L. F. B.-M. J. R.-S. D. Galar-Pascual, «Problemática en la medición del rendimiento en la función del mantenimiento».
- [5] ««Regulación N° 005/14»».
- [6] «Manteniminto Preventivo» <https://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>,» [En línea].
- [7] [En línea]. Available: «www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm,».
- [8] G. P. Galindo, «Maestría en planificación y gestión energéticas,» 2007.
- [9] «Memorando DIDIS-CSO-N°2002.».
- [10] «Guía de la Gestión Energética en el Alumbrado Público,» [En línea]. Available: www.fenercom.com..
- [11] C. E. G. T, «Manual de procedimientos correctivos y preventivos de luminarias tipo exterior para bombillos de sodio y halogenuros metálicos utilizadas en alumbrado público».
- [12] «Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado Público RETILAP».



[13] «Arconel 013/17».

[14] «Archivo de Antigüedades de la CENTROSUR».

[15] I. E. SamPedro, *Conferencia de Ecuaciel*, Manta, 2017.

Tipo de luminarias	Cantidad
Lum. 240 V Ornamental Na 70 W en poste Autocont. pot. cte.	262
Lum. 240 V Ornamental Na 150 W en poste Autocont. pot. cte.	406
Lum. 240 V Ornamental Hg 125 W en poste Autocont. pot. cte.	75
Lum. 240 V Ornamental Hg 175 W en poste Autocont. pot. cte.	56
Lum. 240 V Ornamental MH 70 W en poste Autocont. pot. cte.	18
Lum. 240 V Ornamental MH 100 W en poste Autocont. pot. cte.	103
Lum. 240 V Ornamental MH 150 W en poste Autocont. pot. cte.	80
Proy. 240 V Ornamental MH 70 W en piso Autocont. pot. cte.	62
Proy. 240 V Ornamental MH 100 W en piso Autocont. pot. cte.	26
Proy. 240 V Ornamental MH 150 W en piso Autocont. pot. cte.	114
Proy. 240 V Ornamental MH 250 W en piso Autocont. pot. cte.	32
Lum. 240 V Ornamental Na 100 W en poste Autocont. pot. cte.	26
Proy. 240 V Ornamental Na 150 W en piso Autocont. pot. cte.	10
Lum. 240 V Ornamental Led 60 W en poste Autocont. pot. cte.	51
Lum. 240 V Ornamental Hg 30 W en poste Autocont. pot. cte.	152
Lum. 240 V Ornamental Na 250 W en poste Autocont. pot. cte.	30
Lum. 240 V Ornamental MH 250 W en poste Hilo Piloto. pot. cte.	12
Proy. 240 V Ornamental Led 40 W en piso Hilo Piloto. pot. cte.	38
Lum. 240 V Hg 125 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. A	1
Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. A	16
Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. A	145
Lum. 240 V Hg 125 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	26
Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	69
Lum. 240 V Hg 250 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	60
Lum. 240 V Hg 400 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	29
Lum. 240 V Hg 125 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	2
Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	39
Lum. 240 V Hg 250 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. Cte. C	20
Lum. 240 V Hg 400 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	2
Lum. 240 V Na 70 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	95
Lum. 120 V Na 150 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	1
Lum. 240 V Na 100 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	447
Lum. 240 V Na 150 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	1055
Lum. 240 V Na 250 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	2295

Lum. 240 V Na 400 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	299
Lum. 240 V Na 70 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	253
Lum. 120 V Na 100 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	2
Lum. 120 V Na 150 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	6
Lum. 240 V Na 100 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	1061
Lum. 240V Na 150 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	2303
Lum. 240V Na 250 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	1507
Lum. 240V Na 400 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	63
Lum. 240V Na 150 W en poste con red aérea hilo piloto Dob. niv. pot. C	3845
Lum. 240V Na 250 W en poste con red aérea hilo piloto Dob. niv. pot. C	4575
Lum. 240 V Na 400 W en poste con red aérea hilo piloto Dob.niv.pot. C	87
Lum. 240 V Na150 W en poste con red aérea Autocontrolada Dob.niv.pot. C	5279
Lum. 240 V Na250 W en poste con red aérea Autocontrolada Dob.niv.pot. C	7585
Lum. 240 V Na400 W en poste con red aérea Autocontrolada Dob.niv.pot. C	24
Lum. 120 V Na 150 W en poste con red subt hilo piloto pot. cte. C	3
Lum. 240 V Na 150 W en poste con red subt hilo piloto pot. cte. C	1
Lum. 240 V Na 250 W en poste con red subt hilo piloto pot. cte. C	1
Lum. 240 V Na150 W en poste con red subt Autocontrolada Dob.niv.pot. C	5
Lum. 240 V Na 250 W en fachada con red subt hilo piloto Dob.niv.pot. C	1
Lum. 240 V Na 250 W en fachada con red subt Autocont. Dob.niv.pot. C	2
Lum. 240 V Na 100 W en poste con red aérea Autocont. Dob.niv.pot C	149
Lum. 240 V Na 100 W en poste con red aérea hilo piloto. Dob.niv.pot C	43
PROYECTOR 240 V Hg 150 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	12
PROYECTOR 240 V Hg 500 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	6
PROYECTOR 240 V Hg 150 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	7
PROYECTOR 240 V Hg 1000 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	16
PROYECTOR 240 V Hg 150 W en fachada con red preen hilo piloto pot. cte. C	1
PROYECTOR 240 V Hg 500 W en fachada con red subt hilo piloto pot. cte. C	1
PROYECTOR 240 V Hg 100 W en fachada con red subt Autocontrolado pot. cte. C	2
PROYECTOR 240 V Hg 500 W en fachada con red subt Autocontrolado pot. cte. C	6



PROYECTOR 240 V Hg 400 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	26
PROYECTOR 240 V Na 150 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	62
PROYECTOR 240 V Na 250 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	12
PROYECTOR 240 V Na 150 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	121
PROYECTOR 240 V Na 250 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	127
PROYECTOR 240 V Na 400 W en poste con red aérea Autocontrolado pot. cte. C	120
PROYECTOR 240 V Na 500 W en fachada con red subt Autocontrolado pot. cte. C	593
PROYECTOR 240 V Na 500 W en fachada con red subt hilo piloto pot. cte. C	470
PROYECTOR 240 V Na 1000 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	9
PROYECTOR 240 V Na 400 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	4
PROYECTOR 240 V Na 400 W en poste con red aérea Autocontrolado Dob.niv.pot C	38
Lum. 240 V Na 150 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. A	18
Lum. 240 V Na 150 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. A	2
Lum. 240 V Na 70 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. A	5
Lum. 240 V Led 3.6 W en poste con red aérea hilo piloto pot. cte. C	346
Lum. 240 V Led 180 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	55
Lum. 240 V Led 180 W en poste con red preen Autocont. pot. cte. C	10
Lum. 240 V Led 100 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	16
Lum. 240 V Led 10 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	17
Lum. 240 V Led 15 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	279
Lum. 240 V Led 20 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	48
Lum. 240 V Led 25 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	57
Lum. 240 V Led 30 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	14
Lum. 240 V Led 50 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	39
Lum. 240 V Led 5 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	26
Lum. 240 V Led 70 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C	39
Total	35553

ANEXO 1. Tasas de fallas de los años 2013-2016.

	Año 2013		Año 2014		Año 2015		Año 2016	
	N° Luminarias con Falla	Tasa de Falla del Sistema	N° Luminarias con Falla	Tasa de Falla del Sistema	N° Luminarias con Falla	Tasa de Falla del Sistema	N° Luminarias con Falla	Tasa de Falla del Sistema
Enero	959	0,01258	1470	0,01555	1386	0,01359	1107	0,01042
Febrero	971	0,01271	1071	0,01077	1156	0,01086	1091	0,00982
Marzo	632	0,00824	1364	0,01393	1410	0,01372	1490	0,01339
Abril	1525	0,01969	1661	0,01622	1125	0,01043	1340	0,01200
Mayo	1309	0,01680	1735	0,01622	1325	0,01043	1316	0,01232
Junio	948	0,01210	1045	0,01018	1090	0,00983	1283	0,01198
Julio	330	0,00415	1674	0,01629	1111	0,01015	1210	0,01128
Agosto	923	0,01143	860	0,00836	1528	0,01393	1276	0,01186
Septiembre	1041	0,01276	1050	0,01015	1200	0,01092	1287	0,01141
Octubre	770	0,00938	1373	0,01319	1216	0,01105	1156	0,01071
Noviembre	847	0,01027	1200	0,01142	1340	0,01272	1232	0,01139
Diciembre	1315	0,01415	1162	0,01100	1211	0,01197	1170	0,01077
Media aritmética	964	0,012	1305	0,013	1258	0,012	1247	0,011

ANEXO 2 Encuestas realizadas sobre alumbrado público.

		IDAR - Alumbrado público (Posición en el ranking)														
		DISTRIBUIDORA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
HASTA 500 MIL CONSUMIDORES	ADINELSA-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	28	30
	CENS-CO	-	-	-	-	-	8	4	4	6	8	12	11	15	15	
	CENTROSUR-EC	-	-	1	2	3	4	6	7	7	9	2	2	1	6	
	CEO-CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	22
	CEPM-DO	-	-	-	-	-	-	-	15	14	10	5	7	9	8	
	CHEC-CO	-	-	-	1	1	3	2	8	2	2	8	5	4	11	
	COOPEGUANACASTE-CR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4
	CRE-BO	-	-	2	4	4	5	9	9	8	11	10	9	12	14	
	DEL SUR-SV	-	-	-	-	-	-	5	6	5	4	4	8	10	3	
	EDENSA-AR	-	-	-	-	-	2	8	3	4	7	3	10	2	5	
	EDEQ-CO	-	-	-	-	2	1	1	2	1	3	1	3	7	2	
	EDESSA-AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	EEASA-EC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6	1	-	9	
	EEC-CO	-	-	-	-	-	-	-	10	11	12	13	13	19	16	
	EEL-DO	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	7	-	5	1	
	EERSSA-EC	-	-	-	-	-	10	10	5	10	14	11	4	8	7	
	ELECTRO PUNO-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	26	31
	ELECTROHUILA-CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16	16	20	21
	ELECTROSUR-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	25	24
	ELETRORBRAS AC-BR	-	-	4	5	9	12	12	16	15	18	18	18	22	25	
	ELETRORBRAS RR-BR	-	-	3	3	6	6	11	11	12	17	17	14	6	19	
	ELFEOSA-BO	-	-	-	-	-	13	-	13	-	19	-	17	-	23	
	ELOR-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	16	20
	ELSE-PE	-	-	-	-	7	11	-	17	-	20	-	22	27	27	
	EMSA-CO	-	-	-	-	5	7	3	12	9	15	14	12	13	13	
	ENERTOLIMA-CO	-	-	-	-	8	9	7	14	13	16	15	-	17	18	
	ENOSA-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	14	26
	ENSA-PA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	9	6	11	12	
	ENSA-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	23	28
	EUSA-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	24	29
SEAL-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	18	17	
MAS DE 500 MIL CONSUMIDORES	AES-SV	-	-	16	16	9	9	16	12	9	5	7	10	12	1	
	ANDE-PY	-	-	15	17	18	20	22	25	25	22	23	19	20	25	
	CEB-BR	-	-	4	2	4	15	9	15	15	15	12	17	9	17	
	CELESC-BR	-	-	3	3	7	6	5	6	8	11	5	5	4	5	
	CELPE-BR	-	-	11	11	17	18	18	18	20	20	20	24	23	24	
	CEMIG-BR	-	-	5	7	5	5	15	10	10	13	13	13	13	23	
	CNFL-CR	-	-	-	-	-	2	1	3	3	3	-	2	-	3	
	CODENSA-CO	-	-	12	8	2	7	12	7	7	12	15	11	17	8	
	COELCE-BR	-	-	10	9	10	13	6	4	13	6	10	18	10	10	
	COPEL-BR	-	-	13	12	12	10	10	13	14	10	8	8	11	7	
	CPFL PAULISTA-BR	-	-	2	5	8	3	11	8	12	9	6	7	2	12	
	CPFL PIRATININGA-BR	-	-	8	4	6	4	8	11	11	7	16	14	7	11	
	DELAPAZ-BO	-	-	-	-	-	17	-	23	-	26	-	-	-	27	
	DEOCSA DEORSA-GT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	18	21	19	26	
	EDENOR-AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	15	-	14
	EDENORTE-DO	-	-	-	-	-	-	-	24	23	-	-	-	21	15	
	EEGSA-GT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	12	5	13	
	EEQ-EC	-	-	14	13	16	14	20	9	16	14	9	9	14	9	
	ELCTO-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	28	28
	ELEKTRO-BR	-	-	7	6	3	8	7	5	4	1	11	1	8	20	
	ELETRORBRAS AL-BR	-	-	9	15	11	21	14	19	18	21	19	23	22	18	
	ELETRORBRAS AM-BR	-	-	-	-	-	-	21	22	21	24	26	27	26	31	
	ELETRORBRAS PI-BR	-	-	19	20	20	22	23	26	24	27	25	25	25	30	
	ELETRORBRAS RO-BR	-	-	20	19	19	23	24	21	26	25	24	26	27	32	
	EMCALI-CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	22	
	EPM-CO	-	-	1	1	1	1	3	2	1	4	1	3	1	2	
	ESSA-CO	-	-	-	-	-	16	4	17	6	18	22	16	16	16	
	HDNA-PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	24	29
	ICE-CR	-	-	-	-	-	-	2	1	2	2	4	4	3	4	
	LIGHT-BR	-	-	17	14	14	19	17	20	19	19	17	22	15	19	
RGE-BR	-	-	6	10	13	12	13	14	17	16	2	6	6	6		
UTE-UY	-	-	18	18	15	11	19	16	22	17	21	20	18	21		