

**Marco Teórico de la Telegestión del servicio de Alumbrado Público.**  
Fundamentals in Telemangement of Public Lighting Service

**Presentado por:**  
José Antonio Suárez Acevedo  
**Código:** 299963

**Trabajo presentado para obtener el título de Especialista en Iluminación  
Pública y Privada**

**Dirigido por:**  
Ing. Raúl Alberto Patiño Pineda

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Bogotá D.C., 2010**

## **Tabla de Contenido**

1. Sistema de información de Alumbrado Público
2. Sistema de Telegestión del servicio de Alumbrado Público
  - 2.1. Beneficios de la Telegestión del servicio de Alumbrado Público.
  - 2.2. Procedimientos de operación que se modifican con la Telegestión
  - 2.3. Módulos que conforman un sistema de Telegestión del servicio de Alumbrado Público
  - 2.4. El software para la Telegestión del servicio de Alumbrado Público
  - 2.5. Módulos de Comunicaciones
  - 2.6. Consideraciones y conclusiones.

**Resumen - La telegestión del servicio de Alumbrado Público se presenta como una herramienta importante de control y supervisión que permite disminuir los tiempos de respuesta de atención a fallas, cumplir con las exigencias de ahorro de energía y con los índices de calidad del servicio de Alumbrado Público. Para su implementación se deben cumplir unas condiciones previas que el sistema de información del servicio de alumbrado público debe satisfacer.**

**Abstract - The Telemangement of Public Lighting Service is shows as a very important control and supervision tool which allows decreasing the response time to attend failures, satisfying power saving politics and public lighting service's quality standards. For it is implementation, previous requirements must be accomplish by the public lighting service's information system**

**Palabras Claves:** Telegestión, Alumbrado Público.

**Keywords:** Telemangement, Public Lighting.

**Antecedentes:**

La crisis energética mundial, el calentamiento global por la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera por las plantas térmicas de generación eléctrica, la contaminación ambiental y los nuevos desarrollos tecnológicos, han hecho que los criterios para evaluar los sistemas de iluminación pública se hayan convertido en algo más elaborado. El consumo de energía, los costos de mantenimiento, la reducción al mínimo de los niveles de iluminación, la contaminación lumínica, la reducción de los residuos tóxicos de las bombillas (sobre todo el mercurio), la sensación de mayor seguridad, y los diseños estéticamente agradables, se han convertido en elementos tan importantes como la vida útil, la reproducción del color y la eficacia lumínica (lúmenes/vatio) de las bombillas.

Los sistemas de Alumbrado Público se vuelven más complejos, en la medida que se cumplan con las exigencias de ahorro de energía, y con los índices de calidad y continuidad del servicio, los cuales obligan a contar con más dispositivos de control y comunicación, para disminuir los

tiempos de respuesta de atención a fallas y evaluar el cumplimiento de los índices de calidad.

De acuerdo con la Sección 580 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), de la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía:

“Los municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de Alumbrado Público más de cinco mil (5.000) puntos luminosos, deberán disponer de un sistema de consulta a través de la WEB con la información de Alumbrado Público, en las áreas operativa y de atención al Cliente

Esta herramienta deberá permitir la sistematización de la información de manera ordenada y funcional, garantizar la conservación de la base estadística, respondiendo a las necesidades de información, tanto de las entidades municipales como de terceros autorizados, derivada de la ejecución de actividades del operador y de la *Interventoría*.”

El desconocimiento de la infraestructura que se dispone para la prestación del servicio, la inexistencia de inventarios operativos y actualizados, es el principal problema que se origina por la falta de gestión; ya sin ellos no es posible hacer un exitoso intento de control o planificación de las tareas de mantenimiento.

Para facilitar el manejo y optimizar la prestación del servicio de Alumbrado Público, se requiere disponer de un sistema de información con base en el cual se pueda analizar la factibilidad de contar con un sistema de telegestión de Alumbrado Público.

**1. Sistema de información de Alumbrado Público.**

El sistema de información de Alumbrado Público debe constar de las siguientes partes fundamentales:

- Base de datos georreferenciada de la infraestructura, concerniente al inventario de los elementos asociados a la prestación del servicio del Alumbrado Público.
- Registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de Alumbrado Público.

- Base de datos de consumos, facturación y pagos de energía.
- Base de datos de recaudos del servicio de Alumbrado Público.

La gestión integrada del servicio de Alumbrado Público debe contemplar tanto el mantenimiento de las instalaciones, como la administración energética y financiera.

### **1.1 Objetivos del sistema de información para la prestación del servicio de Alumbrado Público**

El sistema de información para la prestación del servicio de Alumbrado Público debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Ser el centro de acopio de la información de los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las respuestas y seguimiento a las mismas.
- Mantener actualizada la información gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de Alumbrado Público; así como de las quejas y reclamos del servicio.
- Facilitar la prestación eficaz, eficiente y efectiva del servicio de Alumbrado Público y permitir su seguimiento.
- Evaluar los índices de calidad del servicio y soportar las penalizaciones en función de los criterios previamente establecidos entre el municipio y el operador del servicio.

Para la gestión integral del servicio de Alumbrado Público, deben interactuar los diferentes sistemas de información: el sistema de información del registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de Alumbrado Público, el sistema de información de la infraestructura que se dispone para la prestación del servicio y a su vez estos con el sistema de telegestión de Alumbrado Público.

Las diferentes quejas y reclamos presentados por los usuarios o por la interventoría, deben ser almacenados en una Base de Datos, de tal forma que le permita al Operador del Servicio definir

los programas, tanto puntuales como periódicos, de mantenimiento.

En el Sistema de Información de la prestación de Alumbrado Público se deben registrar las fechas y eventos relacionados con fallas y diagnóstico, acciones correctivas y/o preventivas y demás aspectos que agreguen valor a la gestión.

### **1.2 Objetivos y componentes del sistema de información de la infraestructura de Alumbrado Público**

El Sistema de información de la infraestructura de Alumbrado Público debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Facilitar el control del inventario de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público del municipio. La información será la correspondiente a la infraestructura existente, incluida la relacionada con todos los componentes del sistema. En terreno cada luminaria debe estar marcada e identificada con un número único de rótulo, registrado en la base de datos de la infraestructura del sistema.
- Permitir hacer seguimiento a las labores de expansión, operación y mantenimiento tal que se puedan determinar índices de calidad. La ubicación geográfica de cada punto luminoso, a través de un sistema georreferenciado, facilita la gestión del Operador del Sistema de Alumbrado Público para administrar, operar y realizar el mantenimiento técnico y el control por parte de la interventoría. La información incluida debe ser tal que permita realizar las acciones de mantenimiento y control.

El Sistema de información de la infraestructura de Alumbrado Público debe incorporar los siguientes componentes de la infraestructura:

- Luminarias: incluyendo tipo de fuente luminosa, potencia y tipo de luminaria, tipo de balasto y su valor de pérdidas, control de encendido (múltiple o individual), fecha de instalación y fabricante de cada luminaria y sus componentes, con el objeto de elaborar análisis de comportamiento de lotes de fabricación de los diferentes proveedores, tipo de espacio iluminado (parque, tipo de vía, senderos peatonales, zonas verdes, campos deportivos, ciclovías, etc.), identificación del transformador o centro de distribución al cual están

conectadas.

- Estructuras de soporte o poste: Identificando si son de uso exclusivo o compartido con red eléctrica de uso general. Tipo de material, longitud.
- Red de alimentación: De uso exclusivo o compartido con red eléctrica de uso general. Tipo de material, calibre de conductores, tipo de instalación (aérea o subterránea).
- Canalizaciones: De uso exclusivo o compartido con red eléctrica de uso general, cajas de inspección y ducterías, tipo de zona (dura, verde o cruce de calzada), dado que es factible que el Operador y/o propietario de la infraestructura quiera solicitar reconocimientos económicos diferentes.
- Transformadores: De uso exclusivo o compartido con red eléctrica de uso general, tipo aéreo, local, pedestal o subterráneo, capacidad, tensiones de suministro.

Las luminarias, con su número de rótulo, deben tener identificado el transformador de distribución al cual están conectadas y que éste a su vez tenga identificado el circuito de media tensión que los alimenta, con el fin de poder analizar valores de los índices de calidad del servicio de energía, DES y FES que el Operador de Red le entrega a la Superintendencia de Servicios Públicos, y establecer el monto de la energía a descontar o compensar por calidad del servicio; así como la energía que se descuenta por no haber sido suministrada por interrupciones en los circuitos de media tensión, en el caso de fallas o de las salidas programadas o por causas imputables al Operador de Red.

La infraestructura eléctrica de los puntos luminosos del servicio de Alumbrado Público del municipio, se debe clasificar por unidades típicas constructivas, de acuerdo con el tipo de elemento, características físicas y técnicas; por que de esta forma se facilita la telegestión de órdenes de trabajo para mantenimiento, repotenciación o cambios de tecnología, valoración de activos fijos, reporte y normalización de daños, elaboración de presupuestos, ejecución y liquidación de obras eléctricas de expansión y la elaboración o actualización del inventario de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público.

Deben existir mecanismos en el municipio, a través de los cuales la Interventoría del contrato del servicio de Alumbrado Público, garantice la actualización del Sistema de Información Georeferenciado de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público del municipio. Esta obligación implica el acopio de información en dependencias del Operador del Servicio de Alumbrado Público, para determinar las modificaciones que se realicen en la infraestructura tales como:

- Adición de puntos luminosos por expansiones.
- Sustitución de luminarias por efecto de la modernización o cambio de la tecnología de la fuente luminosa de las luminarias.
- Sustitución de materiales y/o equipos sin afectar cantidad de infraestructura.
- Aumento o disminución de potencia de los puntos luminosos.

Un Sistema de Información Georeferenciada SIG o GIS, (Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. Es un sistema referido a coordenadas terrestres a través de GPS (Global Positioning System) y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información, capaz de integrar, almacenar, editar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. Los sistemas de información georeferenciada GIS son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La información geográfica puede ser consultada, transferida, procesada y mostrada utilizando numerosas aplicaciones de software.

Existen en el mercado varias empresas como ESRI, Intergraph, Mapinfo, Autodesk o Smallworld, que ofrecen software para el manejo de la información georeferenciada GIS.

## **2. Sistema de Telegestión del servicio de**

## **Alumbrado Público.**

Este sistema permite gestionar automáticamente, cumpliendo con unos protocolos de operación y estándares de calidad, la supervisión y control de forma remota, y facilita la programación de trabajos que requiere la prestación de un servicio. En el caso del servicio de Alumbrado Público, para poder ejercer el control utilizando dicho sistema, se necesita partir del conocimiento del estado de las instalaciones, de las bases de datos de la información de la infraestructura y de la información de la prestación del servicio.

### **2.1 Beneficios de Telegestión del servicio de Alumbrado Público.**

Con la implementación de la telegestión del servicio de Alumbrado Público se pueden obtener los siguientes beneficios:

#### **2.1.1 Optimización de los costos de explotación**

- Permite planificar las intervenciones.
- Elimina las rondas nocturnas para detección de daños.
- Reduce el tiempo de las intervenciones.
- Aporta información para hacer programas de mantenimiento preventivo.
- Gestiona automáticamente los reportes de averías, quejas y reclamos.
- Activa llamadas de emergencia en forma automática

#### **2.1.2 Uso racional y eficiente de energía**

Teniendo en cuenta que se pueden supervisar y registrar los parámetros eléctricos de la instalación, como: tensión, intensidad, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y consumo de energía; se facilita el ahorro energético en el consumo de electricidad del servicio de Alumbrado Público, adoptando distintas estrategias para la utilización racional de los recursos disponibles y mejorando la gestión en su conjunto.

La Sección 550 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), de la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía, establece que los transformadores exclusivos del servicio de Alumbrado Público de potencias mayores a 5 kVA, deben tener asociado un equipo de medida

que permita tener control real de la energía consumida en el Alumbrado Público.

Ante la necesidad de uso racional y eficiente de energía (URE), las herramientas de la telegestión facilitan las siguientes actividades:

- Medir en tiempo real y en forma remota, los consumos de energía.
- Comandar el encendido y apagado de las luminarias por reloj astronómico.
- Es posible implementar módulos de reducción de potencia en las luminarias.
- Permite detectar la falla del condensador de la luminaria para controlar el factor de potencia.
- Se puede mantener un nivel de iluminación constante durante la vida útil de la instalación, evitando la sobre iluminación cuando la instalación está nueva e incrementando su valor en la medida que transcurre el tiempo, considerando para ello su factor de mantenimiento.

#### **2.1.3 Valor Agregado para la atención del Cliente**

- Proporciona históricos de alarmas.
- Aporta trazabilidad de las averías.
- Reporta informes para auditorías.

#### **2.1.4 Mejora de la percepción de la ciudadanía sobre la calidad del servicio**

- Aumento de la seguridad ciudadana.
- Incremento de puntos de luz sin fallas.
- Menor tiempo de resolución de incidencias.

El supervisar y comandar la infraestructura del servicio de Alumbrado Público ayuda a disminuir los riesgos de accidentalidad vehicular, aumenta continuidad de servicio y por consiguiente la seguridad de las personas en los espacios públicos tanto vehiculares como peatonales.

### **2.2 Procedimientos de operación del servicio de Alumbrado Público que se modifican con la Telegestión.**

Al utilizar la telegestión se deben modificar los procedimientos de la operación del servicio de Alumbrado Público que se vienen utilizando de forma tradicional, por las siguientes razones:

### 2.2.1 Gestión centralizada y controlada.

Al poder monitorizar continuamente los puntos de luz, a través del sistema de telegestión, se puede realizar la supervisión y mando en tiempo real de las instalaciones de manera centralizada. Cualquier alarma detectada en un punto de luz puede ser enviada automáticamente al centro de control, indicando cual bombilla es la que ha fallado y generando el correspondiente parte de mantenimiento.

El sistema ayuda a la gestión mediante la obtención y elaboración de datos concernientes a la instalación, fichas técnicas de centros de distribución y puntos de luz, facilitando información gráfica, archivos históricos e informes.

A través de la infraestructura de informática y de telecomunicaciones, se puede interrogar cotidianamente, desde el centro de control o terminal remota, a los tableros o centros de distribución y a los puntos luminosos sobre:

- Las eventuales anomalías presentadas en el servicio.
- Información para organizar la programación de las reparaciones y del mantenimiento.
- Los consumos de energía.
- La programación de los niveles de iluminación deseados en las distintas zonas de acuerdo con las fases horarias y requerimientos especiales.

Lo anterior permite dar cumplimiento a lo que establece la Sección 210.1.c del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), de la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía: “En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tienen altos consumos de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de *tecnologías o prácticas apropiadas de control.*”

### 2.2.2 Seguimiento de la calidad y vida útil de los componentes de la infraestructura del servicio.

La Telegestión permite analizar el correcto desempeño de los componentes de la instalación, para eliminar las causas que

producen deficiencias en el servicio, verificando los siguientes parámetros:

- Estado de las bombillas. En el caso de las bombillas de vapor sodio a alta presión, se puede determinar su vida útil monitoreando su tensión de arco.
- Tensión de la línea de alimentación.
- Continuidad del servicio de alimentación.
- Consumo anómalo de energía de las luminarias.
- Fallas en los equipos auxiliares: balasto, condensador, fusibles, fotocontrol.

Al disponer de información en tiempo real del estado de cada componente de la instalación, se puede aprovechar al máximo su vida útil (luminarias, bombillas, arrancadores, condensadores, etc.).

Con base en el control individual de cada bombilla y de su fecha de instalación, se puede hacer seguimiento sobre su eficacia y programar el cambio de bombillas por baja eficacia y el final de su vida.

Con el control individual de la fecha de instalación de cada luminaria, se pueden hacer programas de mantenimiento preventivo de limpieza del conjunto óptico de las luminarias y hacer seguimiento sobre la depreciación de su eficiencia y determinar el final de la vida útil de las luminarias.

### 2.3 Módulos que conforman un sistema de telegestión para el servicio de Alumbrado Público

El sistema de telegestión para el servicio de Alumbrado Público es un sistema modular que se puede agrupar en tres niveles:

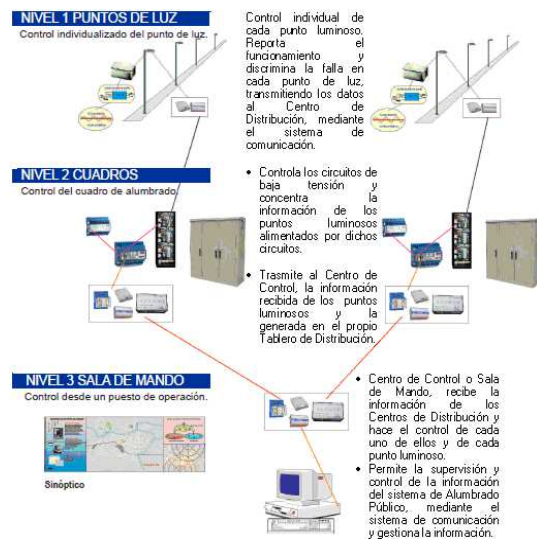
- Un primer nivel: instalado en las luminarias, que reporta la información y hace el control individual de cada punto luminoso. Permite detectar el funcionamiento y discernir la falla en cada punto de luz, transmitiendo los datos al siguiente nivel de control, mediante un sistema de comunicación.
- Un segundo nivel: instalado en los centros de distribución, donde se hace el control para cada circuito de baja tensión que sale del centro de distribución y concentra la información de los puntos luminosos alimentados por dichos

circuitos. Permite realizar, en cada circuito de baja tensión, las maniobras necesarias, así como medir y analizar parámetros eléctricos, detectar y analizar anomalías o averías. Desde este nivel se transmite al nivel superior la información recibida de cada uno de los puntos luminosos existentes en el nivel inferior y la información generada por la propia unidad instalada en cada centro de distribución.

- Un tercer nivel: corresponde al centro de control o sala de gestión, donde se recibe la información de los centros de distribución y se hace el control de cada uno de ellos. Permite la supervisión y control de la infraestructura del sistema de Alumbrado Público y mediante una unidad de control remoto o puesto de mando central, recibe la información de los otros dos niveles, a través del sistema de comunicación y la gestiona. Este nivel está compuesto por:

- Procesamiento básico de las señales (generación de despliegues gráficos, listas de alarmas, eventos, reportes).
- Funciones de análisis (por ejemplo, cálculos de indicadores).
- Interrelación con otros sistemas de información.

La Figura 1 muestra en forma esquemática los diferentes niveles y su interrelación. Dependiendo de la configuración se puede también tener comunicación directa entre nivel 1 y nivel 3



(Gráfico adaptado del sistema Urbilux de www.arsela.com)

**Figura 1: Niveles de la telegestión del servicio de Alumbrado Público**

### 2.3.1 Descripción del primer nivel. El módulo de control del Punto de Luz.

El control individualizado de cada punto proporciona información, muy valiosa sobre el estado de funcionamiento e incidencias de cada uno, para la gestión eficiente del mantenimiento y, por tanto, asegurar una mayor calidad de servicio y seguridad del alumbrado. Este elemento que controla el funcionamiento del punto luminoso debe ser altamente fiable y no puede generar información errónea o confusa.

El controlador del punto luminoso se instala normalmente dentro de la luminaria, facilitando la identificación, el control y la vigilancia de la luminaria individual.

Este control individualizado y el conocimiento previo del tipo de avería, facilita el aprovechamiento hasta el límite de vida de cada uno de los componentes, generándose menos residuos y gestionando así mejor nuestro entorno ambiental.

El módulo de control del Punto de Luz requiere:

- Un detector de punto de luz en cada luminaria. Cada punto de luz en el sistema está equipado con un dispositivo que identifica el punto luminoso de forma única y suministra información al analista de los registros de su funcionamiento y el de sus componentes: bombilla, balasto, arrancador, condensador y fusibles. Permite memorizar y actualizar la información sobre el estado de funcionamiento actual y la fecha de instalación del punto luminoso.
- Un módem o interfase para la transmisión de los datos por el sistema de comunicación.
- El equipo de comunicación.
- Una unidad de control en el tablero de distribución. Esta unidad contiene una memoria y un procesador al cual se le puede introducir, de forma remota o en conexión local, la programación de operación que se desee con los puntos luminosos que tenga asociados.

### 2.3.2 Descripción del segundo nivel, El



### **módulo de control del Centro de Distribución.**

Este segundo nivel se encuentra localizado en los centros de distribución de alumbrado, que permiten realizar las maniobras necesarias, medir y analizar parámetros eléctricos, detectar y analizar anomalías y averías; así como el transmitir al nivel superior, la información recibida del nivel inferior y la generada por la propia unidad. Permite la gestión remota de los puntos de luz.

La Unidad Local del Control del tablero o centro de distribución, permite:

- Controlar las protecciones eléctricas.
- Registrar los parámetros eléctricos.
- Gestionar el sistema de ahorro de energía.
- Optimizar el uso del reloj astronómico.
- Registrar las acciones realizadas.

El módulo de control del Centro de Distribución es el equipo que gobierna los puntos luminosos de los circuitos de baja tensión conectados al centro de distribución. Este módulo puede gestionar hasta 250 puntos luminosos por cada centro de distribución y dispone de una memoria interna para almacenar hasta 2.500 eventos. Para ello cuenta con una batería interna que le proporciona autonomía por varias horas.

Cada centro de distribución, además de realizar el mando de la instalación, controla las alarmas, registra los parámetros eléctricos y supervisa el funcionamiento de otros elementos, como los reguladores-estabilizadores de tensión para ello requiere:

- Una unidad de control de los puntos de luz, alimentados por el circuito de baja tensión, en el tablero de distribución y de control remoto desde el centro de control.
- Un módem o interface para la transmisión de los datos por el sistema de comunicación. Puede darse el caso que el sistema de comunicación entre los puntos luminosos y el centro de distribución, sea diferente al de los centros de distribución con el centro de control; luego deben servir de interface de comunicación de los puntos luminosos y la interface de comunicación con el centro de control.
- El equipo del sistema de comunicación.

### **2.3.3 Descripción del tercer nivel. El Centro de Control**

Este tercer nivel se encuentra localizado en el Centro o Sala de Control, que permite la gestión remota de las unidades de control instaladas en los centros de distribución y de cada uno de los puntos luminosos. El centro de control esta conformado por los equipos (hardware), el software de telegestión y los equipos indispensables para establecer la interconexión con los niveles inferiores, mediante los protocolos de comunicación.

El computador del centro de control es el que recibe toda la información de las unidades de control y el que se comunica con ellas. Junto con el programa de gestión, constituyen el corazón (core) del sistema.

Su operación óptima y eficiente esta supeditada a la ejecución de una serie de actividades, y algunas requieren ser hechas por personal especializado, como son: La puesta en marcha del centro de control y del programa de gestión; las actualizaciones de nuevas versiones; y la compatibilidad con otros sistemas de información del servicio de alumbrado público. De igual modo, se debe considerar:

#### **• La gestión diaria:**

Cada día, se requiere supervisar el funcionamiento del sistema, además de gestionar las modificaciones de la instalación; por consiguiente, debe haber comunicación con otros sistemas para hacer llegar la información que genera la telegestión al resto de usuarios (partes de averías para mantenimiento, listados, etc.).

#### **• El exceso de información:**

La información detallada que proporcionan estos sistemas puede llegar a ser inconveniente, puesto que en muchos casos la persona que supervisa la instalación lo único que precisa es una visión global o tiene que revisar gran cantidad de datos para llegar a la información requerida Existen soluciones de mercado que mediante el filtrado o el uso de técnicas de sistemas expertos clasifican y envían la información necesaria a los usuarios finales ya sean de operación, mantenimiento, expansión, etc.

#### **• La interconexión de otros usuarios.**

El centro de control debe facilitar la conexión simultánea de usuarios con diferentes perfiles (como empresas encargadas del mantenimiento, o responsables de los servicios técnicos). También debe facilitar el acceso a la información a través de la WEB en cualquier momento y desde cualquier sitio

El sistema debe ofrecer la posibilidad de “dialogar” a través del servidor con cada tablero o centro de distribución, situado en cualquier punto sin importar la distancia, permitiendo conocer en cualquier instante el estado de cada centro de distribución y de los puntos luminosos que tiene asociados.

Los técnicos deben poder ser contactados de modo automático y rápido, en caso de emergencia, a través de un sistema de mensajes de texto para teléfonos móviles, por ejemplo SMS (Short Message Service), y de correo electrónico. Los informes diarios de fallas son enviados por correo electrónico para los equipos de mantenimiento para solucionar las deficiencias del día anterior o en tiempo real, mientras que mediante la incorporación de una interfaz tipo WMI (Windows Management Instrumentation) de administración Web, permite a los administradores de Alumbrado Público interrogar el estado operativo actual y también ejercer el control manual.

Las averías no tienen que ser detectadas a través de recorridos de inspección nocturna y diurna y ni mucho menos por los propios usuarios. El conocimiento de ciertos tipos de avería, permite intervenciones específicas y un control puntual de la efectividad del trabajo realizado.

#### **2.4 El software para la telegestión del servicio de Alumbrado Público**

El sistema debe ser adecuado para procesar la información recibida en el centro de control, el cual permitirá gestionar los centros de distribución de alumbrado, con detección e informe de averías, funciones de mantenimiento, inventario y cartografía.

Toda la información recogida por el software debe poder ser compartida con la mayoría de los programas de gestión; para ello debe tener una interfase gráfica, fácilmente editable, que permita a través de pantallas, acceder a la visualización cartográfica de los registros y parámetros de los diversos módulos de control y

de datos existentes en las bases de datos georreferenciadas.

Los datos concernientes a órdenes de reparación y operaciones de mantenimiento se deben poder descargar directamente en el software, incluso en el modo remoto, utilizando para ello teléfonos celulares y/o equipos PDA (Personal Digital Assistant), que son computadores de mano que pueden realizar muchas de las funciones que hace un computador de escritorio; muchos de los PDA modernos poseen conectividad Wi-Fi, que permite la conexión a redes inalámbricas y permite el acceso Internet.

El software debe proporcionar las herramientas necesarias, mediante la generación de mensajes de alarmas o listados de no conformidades, para programar las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo y eventos extraordinarios: la información procedente de los módulos de control instalados en cada punto luminoso y en cada centro de distribución; permitiendo de una manera eficaz la prevención de problemas y las actividades de reparación.

El acceso al software y por tanto a la visualización de los eventos y estados y/o a la programación de la instalación deberá estar protegido, siendo necesario un nombre de usuario y un password para acceder. Para cada servidor se debe poder definir diferentes niveles de usuario, desde el usuario principal con capacidad total, hasta un simple nivel de sólo lectura.

El software que soporta la telegestión del servicio de Alumbrado Público debe permitir:

- Realizar el control y monitorización remota de la instalación de Alumbrado Público.
- Tener bajo control todas y cada una de las luminarias de forma individual (punto a punto), proporcionando las alarmas de mal funcionamiento de los equipos a través de mensajes de correo electrónico y facilitando el control de encendido y apagado de cada luminaria de manera individualizada o bien en grupos definidos por el usuario.
- Integración con sistemas georeferenciados que faciliten la ubicación de los equipos y el lugar donde se ha producido una incidencia.
- Gestionar órdenes de trabajo para

mantenimiento y repotenciación, así como los reportes de normalización, administración de grupos de trabajo: tiempos, materiales, combustible, herramientas y otros para obtener los mejores resultados en los trabajos de expansión, reposición y normalización.

El software de telegestión del servicio de Alumbrado Público debe tener interfaces con otros sistemas, como por ejemplo:

- ❖ Con el sistema de información de la infraestructura de Alumbrado Público
- ❖ Con el sistema de atención de quejas y reclamos, y mantenimiento del servicio de Alumbrado Público
- ❖ Con el sistema de gestión de la red eléctrica de media y baja tensión

Se requiere que el software sea compatible con otros existentes en el mercado para que, en caso de cambio de plataforma, todos los sistemas y datos volcados con anterioridad sean aprovechables por los que tomen su relevo. Es necesario además, que los futuros desarrollos se amparen en las necesidades de gestión y no en los requisitos que demanden uno u otro sistema de telecontrol.

Existen en el mercado varias referencias comerciales de programas de telegestión de alumbrado público, por ejemplo: Owlet de Schreder, Starsense de Philips, Scorm de Scorpio Elektro, Minos de Umpi, Planet de Telensa, Teleastro de Afeisa, Urbilux de Arelsa, Pyramid de SCS, Ekolum de Ekopl, etc. y bases de datos sobre plataformas de sistemas operativos UNIX, LINUX o Microsoft Windows; por lo que los programas le deben permitir al usuario gestionar sus productos (hardware, reguladores de flujo y centros de mando) con los variados programas existentes, permitiendo al cliente la elección del modelo a emplear, sin dependencias impuestas por el sistema.

## 2.5 Módulos de Comunicaciones

Los tres niveles que conforman el sistema de telegestión están relacionados a través de los sistemas de telecomunicaciones que se encarga de hacer la transmisión de la información hacia/desde el centro de control hasta/desde el sistema de iluminación. Existen varios medios de comunicación que se han venido utilizando (onda portadora, wi-fi, GPRS/G3, etc.) y

dependiendo del mismo serán los equipos requeridos (módems, módems celulares, terminales de onda portadora, concentradores, repetidores, etc.).

Mediante el módulo de comunicaciones se transmiten los diferentes mensajes correspondientes al estado de cada uno de los componentes del sistema de Alumbrado Público y son guardados en una base de datos, donde, mediante una interfase gráfica del programa utilizado por el cliente, se puede acceder a los datos generados desde los diversos módulos de control.

El módulo de comunicaciones es la base de integración del sistema de telegestión y está conformado por uno o varios de los siguientes medios:

- Onda portadora
- Telefonía fija
- Cable de comunicaciones, fibra óptica.
- Vía radio.
  - A través de Internet o red inalámbrica
  - Telefonía celular.

Cada nivel o modulo del sistema de telegestión puede utilizar un medio para la comunicación diferente, siempre y cuando el módulo de comunicación haga la conectividad y compatibilidad de cada uno de los sistemas de comunicación utilizados.

Un punto a tener en cuenta a la hora de seleccionar la vía de comunicación, será el límite máximo de puntos telecontrolables, dado que en el caso de implementar en un futuro más puntos a telecomandar, este dato podría limitar el crecimiento además de suponer un costo importante de mantenimiento.

La vía de transmisión que se emplee debe ser indiferente para el sistema de telegestión, pero para ello los módulos de control deben ser independientes de los módems empleados para las comunicaciones.

### 2.5.1 Sistema de comunicación por onda portadora o Power Line Communications (PLC)

Los sistemas de onda portadora o Power Line Communications (PLC), aprovechan el cable eléctrico de alimentación para comunicarse con los puntos de luz. La onda portadora (PLC) es

una de las maneras más eficaces de comunicar puntos luminosos sin necesidad de un cableado adicional. Cualquier frecuencia, en el rango de 100 kHz a 400 kHz, puede ser usada para la transmisión de información modulada por la red eléctrica.

Sigue siendo una tecnología del presente, debido a los avances de las técnicas de modulación y codificación que han permitido alcanzar velocidades considerables a través de la red de baja tensión. Todo esto ha redescubierto al Power Line Communications (PLC) como una tecnología de acceso a los servicios de telecomunicaciones que convierte la red de distribución eléctrica de baja tensión en una red de telecomunicaciones apta para la transmisión de voz y datos. Es decir usa una infraestructura existente dedicada al suministro de energía eléctrica para ofrecer productos de telecomunicaciones para la gestión del servicio de Alumbrado Público y con gran valor agregado al usuario del servicio de energía eléctrica: voz, datos, vídeo e Internet.

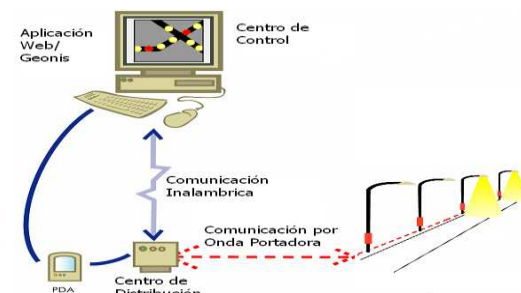
La tecnología PLC utiliza como medio de transmisión, la red de distribución de baja tensión entre el centro de transformación y los puntos terminales de la red, accediendo al grupo local de luminarias, a través del punto de conexión de electricidad de la luminaria. En el centro de transformación se deberá enlazar con el Centro de Control a través de otro sistema de comunicación o a través de las redes troncales de comunicaciones del Operador de las Redes Eléctricas.

La velocidad de los datos está limitada por el ancho de banda y por las técnicas de codificación y modulación empleadas; las frecuencias de transmisión se seleccionan según normas como la CENELEC EN50065-1, la inmunidad frente a ruido e interferencias depende de la frecuencia de transmisión y de la utilización de un tipo de transmisión a dos hilos: línea-tierra ó línea-neutro; en cuanto a costos, el sistema es una alternativa económica y de rápida instalación para el transporte de datos.

Uno de los protocolos utilizados en los sistemas de onda portadora es la plataforma LonWorks, (Local Operating Networks) que es un protocolo estándar abierto y se encuentra homologado por las distintas normas Europeas (EN-14908), de Estados Unidos (EIA-709-1) y Chinas

(GB/Z20177-2006), ahora es oficialmente conocido como ISO / IEC 14908-1

La Figura 2 muestra, en forma esquemática, la telegestión del servicio de Alumbrado Público usando comunicación con PLC en los circuitos de baja tensión y comunicación por Internet a través de la WEB entre los centros de distribución y el centro de control.



(Gráfico adaptado de [www.eltodo.cz](http://www.eltodo.cz))

**Figura 2: Esquema de telegestión del servicio de Alumbrado Público, usando comunicación con PLC y comunicación en Internet a través de la WEB**

El método de comunicación basado en PLC (comunicación por onda portadora) ha encontrado algunos obstáculos en el logro de su implementación a una escala significativa y eficaz, debido a que este sistema de comunicación se centra en una comunicación punto a punto, la cual es inoperante una vez que, por accidente o por efectos del vandalismo, el poste o luminaria desaparece de la cadena de comunicación, rompiéndose de esta forma la vía de comunicación.

También se debe considerar que no todos los circuitos eléctricos de Alumbrado Público son de uso exclusivo y que en las redes eléctricas de uso general, no se puede garantizar la comunicación a través de línea eléctrica o no existe la telegestión de la red eléctrica, o la instalación está vinculada a subestaciones de energía diferentes. En estos casos hay necesidad de investigar puntualmente si es posible la comunicación a través de la línea eléctrica. Esto añade costos adicionales de ingeniería a un presupuesto de telegestión de Alumbrado Público, incluso si la comunicación no está garantizada.

### 2.5.2 Sistemas de comunicación inalámbrica

Con el objetivo de construir un sistema que

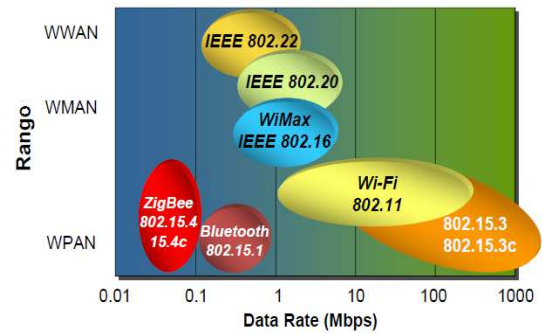
funcione en cualquier lugar, independientemente de la estructura de la red eléctrica, con un esfuerzo mínimo de ingeniería, se viene utilizando la comunicación inalámbrica

- La comunicación inalámbrica con la tecnología del Internet, es una alternativa de comunicación para la telegestión del servicio de Alumbrado Público, que permite crear un sistema en el que la municipalidad no necesita construir un centro de control, sino que la información está a su disposición en cualquier momento y sitio a través de un simple acceso Web en Internet.

- La utilización de la telefonía móvil, permite la gestión total del sistema a través de Internet. Además, permite ayudar al trabajo diario de los servicios de mantenimiento, así como a facilitar la realización de acciones puntuales, empleando las posibilidades de la mensajería SMS. (Short Message Service), que es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos.

Es por ello que, como alternativa de comunicaciones, aparecen las nuevas tecnologías inalámbricas de red en malla, basadas en el estándar abierto IEEE 802.15.4, donde se incorporan facilidades tanto de auto-reconfiguración como de auto-reparación, que prevé una estable y confiable red troncal de comunicación. La adopción de estándares abiertos, dentro de tal sistema, es fundamental para evitar el sometimiento o posición dominante de proveedores. El principal requisito tecnológico para facilitar esta tarea de gestión es adoptar un sistema abierto, escalable y modular.

A manera de ilustración y por llegar a ser de posible uso para la telegestión del Alumbrado Público, en la Figura 3 se muestra la clasificación de las diferentes categorías de protocolos de comunicación inalámbrica y sus rangos de velocidad de transmisión de datos.



(Gráfico tomado de [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org))

**Figura 3: Clasificación de las diferentes categorías de protocolos de comunicación inalámbrica y sus rangos de velocidad de transmisión de datos**

Dentro de estas categorías de protocolos de comunicación inalámbricas de red en malla están: las redes inalámbricas de área personal (WPAN), las redes inalámbricas de área metropolitana (WNAM) y las redes inalámbricas de área extensa (WWAN)

➤ Redes inalámbricas de área personal (WPAN)

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) o un computador, sin conexión por cables. También se pueden conectar de forma inalámbrica computadores cercanos. Se usan varios tipos de tecnología para las WPAN, entre ellas se encuentran la tecnología Zigbee, la tecnología Bluetooth y la tecnología Wi-Fi.

❖ La tecnología Zigbee (también conocida como IEEE 802.15.4) utiliza la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica; 868 MHz en Europa, 915 MHz en Estados Unidos y 2,4 GHz en todo el mundo. Sin embargo, a la hora de diseñar dispositivos, las empresas optan casi siempre por la banda de 2,4 GHz, por ser libre en todo el mundo. El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y el bajo costo, comparado con otras redes inalámbricas semejantes de la familia WNAN ó WWNAM, como por ejemplo Bluetooth. El nodo ZigBee más completo requiere en teoría cerca del 10%

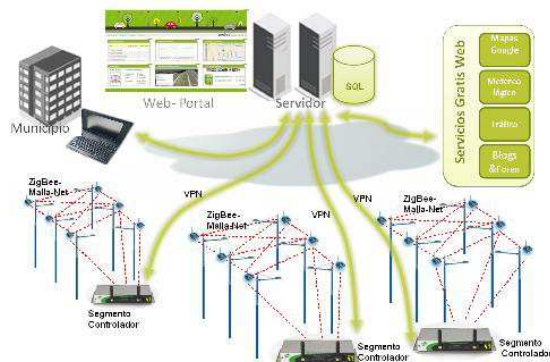
del hardware de un nodo Bluetooth o Wi-Fi típico; esta cifra baja al 2% para los nodos más sencillos. No obstante, el tamaño del código en sí es bastante mayor y se acerca al 50% del tamaño del de Bluetooth, y puede alcanzar una velocidad de transferencia de hasta 250 kb/seg con un alcance máximo de unos 100 metros. La velocidad de datos es diez veces mayor en comparación con una línea eléctrica de comunicación sin interferencias.

Dentro de los servicios gratuitos del sistema WEB de Internet, los dispositivos de ZigBee utilizan los mecanismos de seguridad estándar industrial como de 128-bit AES de cifrado y VPN que están bien reconocidos por su alto nivel de seguridad. La transmisión de datos completa está codificada y asegurada; ZigBee hace especial hincapié en los mecanismos de seguridad para evitar manipulaciones, chuzadas, y para garantizar una alta fiabilidad y disponibilidad.

La tecnología Bluetooth, (también conocida como IEEE 802.15.1) ofrece una velocidad máxima de 1 Mb/seg con un alcance máximo de unos treinta metros.

❖ La tecnología WI-FI (también conocida como IEEE 802.11). Actualmente se pueden encontrar dos tipos de comunicación WI-FI: IEEE 802.11b, que emite a 11 Mb/seg, y IEEE 802.11g, más rápida, a 54 Mb/seg. WI-FI no es una abreviatura de Wireless Fidelity, es simplemente un nombre comercial.

La Figura 4 muestra, en forma esquemática, la telegestión del servicio de Alumbrado Público usando comunicación inalámbrica con protocolo ZigBee en los circuitos de baja tensión y comunicación en Internet a través de la WEB entre los centros de distribución y el centro de control.



(Gráfico adaptado de [www.owlet.de](http://www.owlet.de))

**Figura 4: Esquema de telegestión del servicio de Alumbrado Público, usando comunicación inalámbrica con protocolo ZigBee y comunicación en Internet a través de la WEB**

Los concentradores de cualquier segmento controlador de la red permiten el enrutamiento dentro de las redes en malla inteligente de comunicación ZigBee, dando una gran confiabilidad a la comunicación a la red inalámbrica.

➤ Redes inalámbricas de área metropolitana (WNAM)

Las redes inalámbricas de área metropolitana (WNAN) también se conocen como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop). Las WNAN se basan en el estándar IEEE 802.16. Los bucles locales inalámbricos ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 Mb/seg, con un alcance de 4 a 10 kilómetros.

La mejor red inalámbrica de área metropolitana es la WiMAX, que puede alcanzar una velocidad aproximada de 70 Mb/seg en un radio de varios kilómetros.

La tecnología WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave access) es una tecnología WAN que permite realizar conexiones inalámbricas a distancias superiores a los 45 kilómetros del emisor de la señal. El estándar IEEE 802.16, utilizado por WiMax, está diseñado para operar con frecuencias desde los 2 GHz a los 66 GHz.

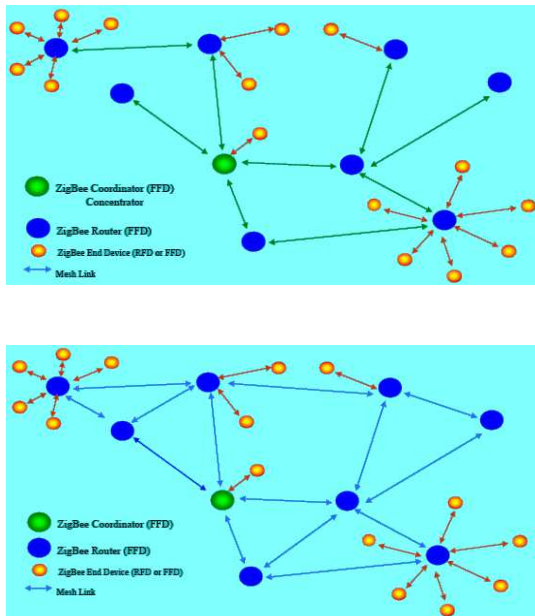
La ZigBee Alliance es una asociación sin ánimo de lucro formada con más de 340 compañías que llevan a cabo el desarrollo de la tecnología inalámbrica de ZigBee. La Alianza promueve la adopción internacional de ZigBee como principal sistema de redes inalámbricas entre proveedores de servicios energéticos, servicios públicos y dispositivos domésticos comunes.

La ZigBee Alliance es la fuerza central en torno a la que gira la tecnología IEEE 802.15.4, que opera en espectros espaciales sin licencia, incluyendo la banda de 2,4 GHz. Así, puede transmitir 250 kbit/segundo en un radio de entre 15 y 90 metros de distancia. El valor potencial de Zigbee reside en que apenas necesita energía para acometer la transmisión de datos. Esto se traduce en que un dispositivo basado en la tecnología Zigbee podría estar funcionando por



un período de cinco años sin necesidad de recargar las baterías.

La Figura 5 muestra, en forma esquemática, los enrutamientos dentro de las redes en malla inteligente de comunicación ZigBee. La malla NET ZigBee tiene la propiedad que se reconfigura automáticamente cuando se presenta una rotura de un enlace, garantizando la comunicación entre todos sus elementos; esto es lo que se conoce como malla inteligente (Smart Grid).



(Gráfico tomado de [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org))

**Figura 5: Enrutamientos dentro de las redes en malla inteligente de comunicación ZigBee**

➤ Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)

Las redes inalámbricas de área extensa (WWAN) tienen el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas. Por esta razón, todos los teléfonos móviles están conectados a una red inalámbrica de área extensa. Las tecnologías principales son:

- GSM (Global System for Mobile Communication)
- GPRS (General Packet Radio Service)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

## 2.6 Consideraciones y conclusiones.

Antes de implementar la telegestión de un

sistema de Alumbrado Público, es fundamental identificar y evaluar las necesidades que se tienen en la operación del sistema de Alumbrado Público y los beneficios que se pretenden lograr con el proceso de telegestión por parte de las autoridades municipales responsables; dado que los costos involucrados dependen de la cantidad de parámetros que se quieren controlar y las adecuaciones que haya necesidad de hacer en la infraestructura y en las bases de datos de los sistemas de información, para que la herramienta de la telegestión pueda administrar dichos parámetros.

Los sistemas de gestión se vuelven complejos en la medida que se aumenta el número de variables a controlar y el número de puntos luminosos de la infraestructura. Por ello es importante evaluar previamente las variables o parámetros que aportan valor agregado a la telegestión y tratar de minimizar su número.

Se deben analizar en detalle las necesidades de los parámetros que se van a monitorear en cada luminaria y en cada centro de distribución y las señales que se desean telecomandar. Se debe ser muy racional en determinar el número de señales y su real aplicación; porque todo esto representa costos y aumento en la especificación de los equipos de control y complejidad del sistema de telegestión.

Se debe buscar que el sistema de telegestión sea abierto y escalable, es decir, que pueda albergar todos los elementos de operación y telegestión que se deseen ahora y estimados para el futuro, ya que su dimensionamiento debe estar acorde con el tamaño de la red de Alumbrado Público a telegestionar.

Por lo anterior, se necesita que el sistema de telegestión se pueda configurar en la medida de las necesidades que vaya teniendo el servicio de alumbrado público del municipio, y que sea:

- De fácil implementación.
- Apoye a la gestión diaria de operación y mantenimiento.
- Recopile y envíe automáticamente la información y los reportes diarios.
- Incluya y optimice sistemas de ahorro de energía.
- Permita la gestión de datos con la facilidad de exportar a otros sistemas o herramientas.

Se necesita un sistema de telegestión del

servicio de Alumbrado Público basado en la sencillez, como alternativa para municipios que no precisan complejos sistemas de gestión integral del alumbrado, pero sí necesitan administrar sus instalaciones, es decir, emplear sistemas ágiles y eficaces, pero sin la necesidad de dedicar recursos suplementarios a la gestión de los mismos.

Hoy en día las herramientas informáticas facilitan el uso de la telegestión; pero es importante tener en cuenta que, para optimizar su aprovechamiento hay necesidad de reestructurar los procedimientos que históricamente se han venido realizando, y establecer un nuevo organigrama y sistemas de trabajo, utilizando el apoyo de la herramienta de la telegestión.

Para hacer atractivo y viable un proyecto de telegestión del servicio de Alumbrado Público se deben tener ciertas consideraciones para su implantación y etapas de desarrollo:

La principal dificultad que una municipalidad encuentra, al querer implementar un sistema de telegestión, son los costos, ya que los equipos de control de cada punto de luz; la puesta en marcha o configuración son tan solo la inversión inicial, por que también se deben considerar los costos que se precisan para mantener actualizadas las bases de datos del sistema de Alumbrado Público, así como los recursos para gestionar y atender dicho sistema; los cuales se deben compensar con el ahorro energético y la eficiente prestación del servicio de Alumbrado Público.

En primera instancia se debe considerar que además del mejoramiento de la calidad de la prestación del servicio de Alumbrado Público, es importante analizar la relación costo beneficio y dentro de este análisis establecer la posibilidad de hacer el proyecto por etapas, en la medida en que se vaya recuperando la inversión. Esto implica que la primera etapa debe hacerse en la parte de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público, donde las medidas de telegestión produzcan la mayor rentabilidad y esto generalmente tiene que ver con ahorros en el consumo de energía y esto se da en las vías que tienen mayor consumo, que corresponde a las grandes avenidas.

En las grandes avenidas se pueden disminuir los consumos de energía, instalando módulos de

reducción de potencia de las luminarias durante las horas de poca circulación vehicular, representando un ahorro considerable en la prestación del servicio; además se pueden cuantificar los ahorros que se obtendrían debido a que generalmente las grandes avenidas están alimentadas desde transformadores o centros de distribución de uso exclusivo para Alumbrado Público y en cumplimiento del RETILAP, deben tener asociado un equipo de medida.

Una vez se tenga consolidada la telegestión del Alumbrado Público de las grandes avenidas se puede estudiar la posibilidad de implementar una segunda etapa correspondiente al Alumbrado Público de las vías secundarias, donde las luminarias están energizadas desde las redes eléctricas de baja tensión de uso general, y por consiguiente es más difícil determinar los ahorros de energía, por cuanto sus consumos son estimados, con base en la potencia de las fuentes luminosas y la duración de tiempo de los ciclos de encendido.

Dentro de los costos del proyecto de telegestión se debe contemplar el hecho de que en nuestro medio las instalaciones de Alumbrado Público son muy afectadas por el hurto y el vandalismo; lo que con lleva a unos sobrecostos por reposición o implementación de medidas antivandálicas que ayuden a la permanencia en las luminarias y en los centros de distribución de los equipos de maniobra y de comunicación requeridos para la telegestión.

Los sistemas de telegestión de la iluminación pública, disponibles hoy en el mercado, utilizan avanzadas e innovadoras tecnologías, que ofrecen soluciones capaces de cumplir con todas las demandas provenientes de la administración pública. Esto determinará, en un futuro próximo, una gran mejora en la calidad del servicio y reducción de costos.

Los sistemas de telegestión de Alumbrado Público pueden convertirse en una herramienta importante para la administración sostenible de los municipios; pero son sistemas muy sensibles a la correcta adecuación de la infraestructura y mejoramiento de las bases de datos de la información de la infraestructura y de la información de la prestación del servicio, para poder lograr su implementación y sobre todo su explotación; ya que estos aspectos, en algunos casos, no han permitido obtener los resultados esperados.



## **Bibliografía**

- (1) Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) Resolución No. 180540 de Marzo 30 de 2010, del Ministerio de Minas y Energía  
<http://www.minminas.gov.co>
- (2) The Owllet Telemangement system  
<http://www.owlet.de>.
- (3) Starsense Supervisor Web portal software (powered by Streetlight.Vision).  
<http://www.philips.com/starsense>.
- (4) The PLANet system, Public Lighting Active Network  
<http://www.telensa.com>
- (5) Control Your World with ZigBee  
<http://www.zigbee.org>
- (6) PYRAMID, Telegestión Eficiente del Alumbrado Público  
<http://www.scs-lighting.com>
- (7) Teleastro, nuevo concepto en la gestión del alumbrado público  
<http://www.afeisa.es>
- (8) Minos System The Intelamp  
<http://www.minos-system.com>
- (9) Public Lighting CONNECTED STREETLIGHTING  
<http://www.unitronics.es>
- (10) Lighten Your Streetlights' Energy Load and Lower Your Costs  
<http://www.echelon.com>