

## **Capítulo 1**

### **Introducción**

**1.1** La problemática analizada

**1.2** Objetivos

**1.3** Metodología

**1.3.1** Estudio de la situación actual y sus consecuencias

**1.3.2** Análisis de factores relacionados con el comportamiento en servicio

**1.3.3** Formulación de propuestas

**1.4** Contenido del documento

## 1.1 La problemática analizada

Las instalaciones de alumbrado urbano se proyectan, ejecutan e inauguran en un período breve de tiempo. Sin embargo, el desarrollo de su función se prolonga a una vida de servicio que dura muchos años. Durante dicho tiempo la instalación de alumbrado no puede desatenderse. Requiere de ciertos cuidados para garantizar su funcionamiento correcto, reducir su depreciación y envejecimiento, adaptándose a la evolución de las condiciones de servicio, controlando la adecuación funcional en forma económica e incorporando cuando la situación indique la conveniencia, los avances tecnológicos. La atención, que debe considerarse ya en la fase de diseño, constituye el campo de lo que se denomina gestión y explotación.

Mientras existen abundantes estudios sobre el diseño de las instalaciones, en general orientados a la problemática del rendimiento visual y preferencias del usuario del espacio iluminado, la gestión y explotación ha sido un tema analizado con limitada información y documentación.

La gestión y explotación, cuando se realiza, se fundamenta principalmente en criterios empíricos y en costumbres adquiridas. En la práctica se observa un gran porcentaje de instalaciones de alumbrado que presentan deficiencias de estado o de servicio atribuibles a una carencia de análisis sobre las prestaciones reales.

Las consecuencias de estas deficiencias son:

- condiciones de servicio inferiores a las necesarias y por lo tanto una problemática en la seguridad vial y ciudadana,
- desaprovechamiento de los recursos invertidos al operar con menor eficiencia y menor durabilidad,
- incremento del consumo energético lo que se traduce en mayores costes derivados, directos e indirectos sin contrapartida de servicio.

En el alumbrado urbano, gestionado por entidades públicas y sometido a condiciones de servicio, esta problemática puede ser especialmente grave.

En forma esquemática, en figura 1.1-1, se indica el marco de la problemática a estudiar. Las instalaciones de alumbrado urbano necesitan para su funcionamiento por una parte energía eléctrica para generar un beneficio que se transforme en seguridad, ambientación, confort y bienestar general. Como todo sistema, para su funcionamiento requiere una gestión de la explotación y conservación adecuados.

Los efectos del tiempo, la contaminación, alteraciones en la calidad del suministro de energía etc. alteran las condiciones de funcionamiento depreciando la instalación, y generando sobre consumos (ver figura 1.1-2). A esto se agregan los fallos que ocurren por la naturaleza de los componentes. La suma de estos factores reduce el beneficio.

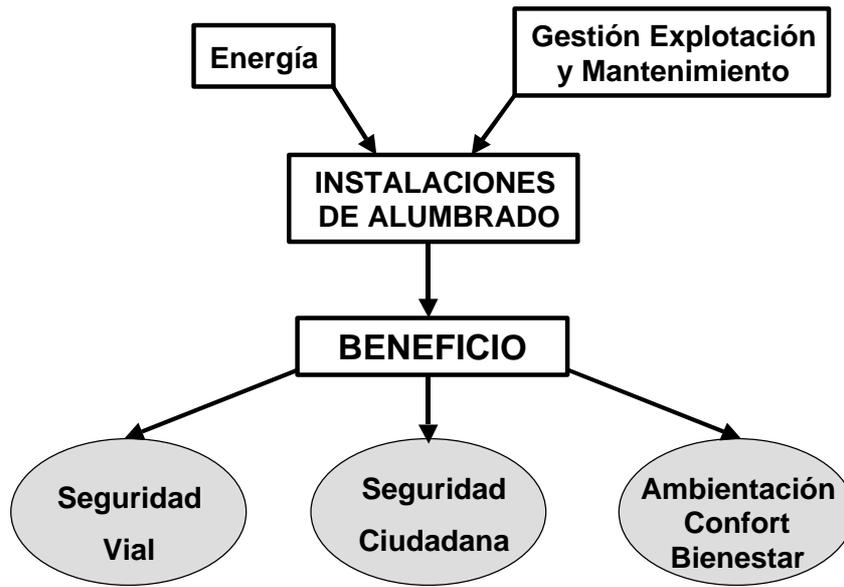


Figura 1.1-1: Esquema simplificado de la problemática de las instalaciones de alumbrado urbano

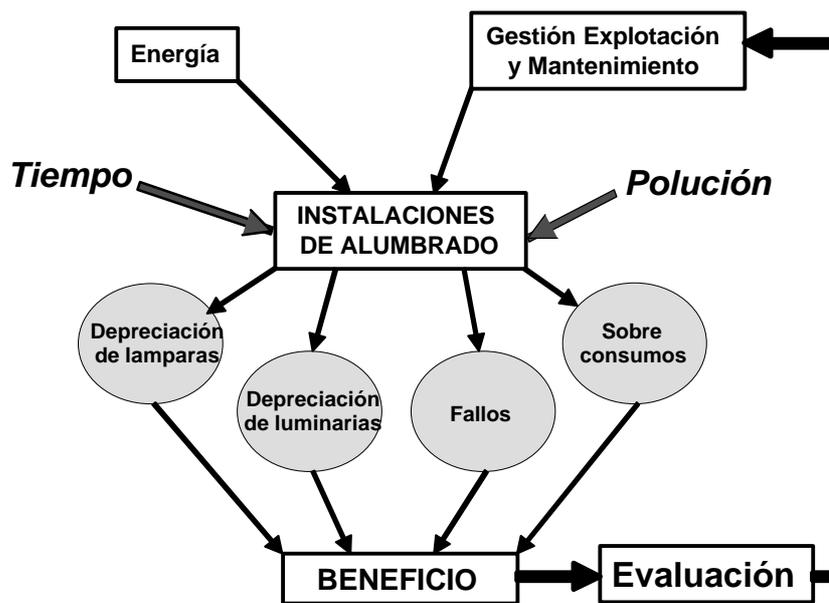


Figura 1.1-2: Esquema simplificado de la problemática de las instalaciones de alumbrado urbano considerando la evaluación y actuación posible.

El presente trabajo tiene como objetivo establecer una metodología que permita evaluar el beneficio y considerar los recursos invertidos de forma de actuar sobre las políticas y operaciones de mantenimiento para controlar y optimizar el sistema.

## 1.2 Objetivos

Los objetivos principales de la tesis son:

- I. Analizar el comportamiento de las instalaciones de alumbrado urbano con relación al servicio que producen bajo condiciones reales. Determinar los principales factores que intervienen y su impacto. Evaluar la situación actual de la gestión y la explotación del alumbrado en ayuntamientos y el estado de funcionamiento de las instalaciones.
- II. Estudiar e instrumentar una metodología de evaluación de la calidad del servicio, que sirva de base para aplicar la relación beneficio/costos de operación del servicio, determinando los parámetros que intervienen y el peso relativo de los mismos para determinar posibles intervalos de validez.
- III. Orientar la metodología a considerar la problemática del servicio con dos enfoques: el diseño de nuevas instalaciones y la evaluación del estado actual de instalaciones existentes. En este último caso la metodología deberá considerar el seguimiento continuo y una simulación predictiva de la relación beneficio/costo. Esta operativa debe ser factible con los medios técnicos y conocimientos de las entidades de gestión del alumbrado, sin representar grandes inversiones económicas o de recursos.
- IV. Realizar recomendaciones para la aplicación de la metodología propuesta en poblaciones para instalaciones de alumbrado urbano.

### 1.3 Metodología

Para alcanzar los objetivos expuestos en el punto anterior se describe a continuación la metodología a emplear.

#### 1.3.1 Estudio de la situación actual y sus consecuencias

Con el fin de evaluar el estado de la gestión y explotación y su relación sobre las condiciones de servicio de las instalaciones de alumbrado urbano, se debe realizar un estudio de la situación actual para lo cual se han propuesto los siguientes pasos:

- a) Recopilación y análisis de datos tendientes a evaluar el efecto de la falta de gestión sobre los costos energéticos.
- b) Encuestas dirigidas a los responsables de la gestión del alumbrado para determinar características de las instalaciones (tipo de lámparas, luminarias, antigüedad, número), políticas de mantenimiento, presupuestos, tipos de tarifas contratadas etc.
- c) Evaluación del estado de funcionamiento de las instalaciones mediante inspección y medición de parámetros de interés en instalaciones de alumbrado
- d) Análisis de bases de datos de registros históricos de operaciones de mantenimiento de empresas de mantenimiento de alumbrado público.

Para la realización de los puntos **c** y **e** es de destacar que se cuenta con el apoyo de dos empresas mantenedoras del alumbrado público cuyo ámbito de acción es la región de Cataluña.

#### 1.3.2 Análisis de factores relacionados con el comportamiento en servicio

Fenómenos y parámetros a estudiar vinculados con el comportamiento de las instalaciones durante el servicio:

- a) Depreciación de lámparas por envejecimiento, supervivencia de lámparas, efecto del voltaje y los ciclos de encendido
- b) Depreciación de luminarias, efectos de la polución y relación con el grado de protección mecánico. Formas de medición de la depreciación, experiencias en instalaciones.
- c) Supervivencia de componentes, comparación con datos existentes y datos de fabricantes.
- d) Costos de explotación del alumbrado público. Modelos teóricos para distintas políticas de gestión.
- e) Análisis del ciclo de vida de las instalaciones, costo financiero del dinero, impacto ambiental de residuos.
- f) El alumbrado como beneficio social, parámetros a considerar: nivel de alumbrado, tasa de averías, duración, etc. Cuantificación del beneficio.

### 1.3.3 Formulación de propuestas

Desarrollo de algoritmos que vinculando los factores relacionados con la calidad del servicio permitan cuantificar el beneficio del servicio y establecer procedimientos de control y simulación en diferentes hipótesis de gestión. Análisis de sensibilidad de parámetros.

Simulación de resultados con instalaciones de alumbrado, análisis de sensibilidad de parámetros. Comparación con modelos teóricos.

Discusión de las principales conclusiones de los resultados, alcances y posibles intervalos de validez. Recomendaciones para futuros estudios e investigaciones.

### 1.4 Contenido del documento

La tesis comprende siete capítulos, el primero de los cuales corresponde a esta introducción, y cinco anexos.

En Capítulo 2, se describen los antecedentes del tema, distintos enfoques para evaluar instalaciones, alcances y limitaciones.

En el capítulo 3, se analiza y estudia la problemática de las instalaciones de alumbrado urbano. Mediante una encuesta a los gestores del alumbrado se evalúa el estado actual de la gestión. Por medio de mediciones de parámetros luminotécnicos en un muestreo de calles en poblaciones se evalúa el estado del servicio del alumbrado. Se estudian además en poblaciones con problemas de gestión el efecto de la falta o reducción del mantenimiento. Los factores que producen sobre consumos son identificados y el impacto económico es ponderado.

En capítulo 4, se estudian los factores característicos de las instalaciones que afectan con el tiempo depreciando el servicio. Modelos de comportamiento son analizados en base a datos de fabricantes, experiencias de otros autores, normas y en base al análisis de datos de históricos operaciones de mantenimiento acumulados durante 6 años.

En el capítulo 5, se propone una metodología para evaluar la calidad del servicio en base a la relación beneficio-costos durante el ciclo de vida. Los factores para evaluar el beneficio son analizados, se justifican los límites y peso de los mismos. Se analizan los costos intervinientes y las distintas políticas de mantenimiento aplicables.

En capítulo 6, se aplica la metodología al caso del diseño de instalaciones y a la evaluación de instalaciones existentes. En el diseño, distintas situaciones son simuladas y analizadas bajo el indicador beneficio-costos. En la evaluación de instalaciones existentes, una población es relevada y analizada bajo la metodología propuesta. Los alcances y limitaciones son analizados en los dos casos.

En capítulo 7, se resumen las conclusiones generales y particulares que se desprenden de la aplicación de la relación beneficio-costos y se plantean posibles líneas de trabajo futuras.

En Referencias, se repiten las citas bibliográficas de cada capítulo en orden alfabético, además de descripción del equipamiento y software utilizado.

En anexo I, se describen las magnitudes y parámetros luminotécnicos que se utilizan en el presente trabajo.

En anexo II se reproduce un ejemplar de la encuesta a gestores del alumbrado urbano.

En anexo III resume la aplicación de criterios de fiabilidad, para describir la supervivencia de las lámparas de los datos de la población estudiada.

En el anexo IV se reproduce la descripción del grado de protección mecánica (IP).

En anexo V se resumen parte de los resultados de simular instalaciones de alumbrado.

En anexo VI se han recopilado los trabajos publicados originados a raíz de la tesis y cuyo contenido se encuentra distribuido en la tesis hasta el capítulo 5, quedando pendiente de ser publicados los resultados de capítulo 6.

