

# ENSAYOS DE LUMINARIAS, LÁMPARAS Y SUS EQUIPOS AUXILIARES. COSTOS DE LA CALIDAD

Nicolás Rivero, Mario Vignolo, Diego Alvarez  
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República  
Montevideo - Uruguay

## *Resumen*

La adecuación al uso de una instalación de alumbrado público sólo se alcanza teniendo en cuenta la calidad en cada una de las tres etapas que la conciben: proyecto, instalación, y operación y mantenimiento. En las últimas dos etapas, la calidad de los materiales juega un rol determinante en el logro de ese objetivo. Una forma de especificar que los materiales deben ser adecuados, consiste en establecer que éstos deban satisfacer los requisitos establecidos en las respectivas normas técnicas. Luego, los laboratorios de ensayos son los encargados de evaluar la conformidad para asegurar que los mismos satisfagan los requisitos correspondientes. En este trabajo se muestra la experiencia del Laboratorio de Fotometría e Iluminación de la Facultad de Ingeniería y las consecuencias de la aplicación de los criterios mencionados en el alumbrado público de la ciudad de Montevideo. Asimismo, se hace una estimación de los costos de la calidad.

## INTRODUCCIÓN

Es posible identificar distintos tipos de costos asociados a las instalaciones de alumbrado público. Por ejemplo, los costos asociados a: proyecto de la instalación, adquisición de los materiales, ensayos de los materiales, ejecución de la instalación, operación de la instalación y mantenimiento de la misma.

Supongamos que no se alcanza un determinado nivel de iluminación en una vía de tránsito debido a que el flujo que emiten las lámparas utilizadas es menor al esperado, esto es, al utilizado en los cálculos en la etapa de proyecto. Ello puede ocasionar que se incurra en costos no previstos para corregir la situación.

En primer lugar, podrían generarse costos para establecer cuál es la causa de la no conformidad (nivel de iluminación insuficiente). Esto implicaría investigar qué componente o componentes de la instalación no están cumpliendo su función como se esperaba. Entre otras causas, podría tratarse de: tensión de alimentación inferior a la prevista, los balastos, los reflectores de las luminarias, etc.

En segundo lugar, una vez identificada la causa del problema, habría que proceder a corregirla, lo cual puede implicar que se incurra en costos considerables, ya sea porque implique adquirir nuevos equipos o por los recursos humanos, tecnológicos y temporales que haya que destinar para llevar a cabo la corrección.

Por último, habría que volver a proceder a validar la instalación de alumbrado, es decir, a verificar el cumplimiento de los requisitos que se habían establecido, lo cual también puede implicar que se incurra en más costos.

## **COSTOS DE LA CALIDAD**

Los costos de la calidad es la valoración de la totalidad de los costos en que incurre una organización con la finalidad de lograr y mantener el nivel de calidad establecido por los clientes como requisitos para los productos. Esto incluye los costos en que incurre la organización para efectuar el tratamiento de los productos (o servicios) no conformes.

Un costo está asociado a problemas de calidad, si en el caso en que no hubiera defectos, desaparecería ese costo. Si en el caso en que no hubiera defectos, el costo no desaparece, entonces no se trata de un costo asociado con problemas de calidad.

Parte de las no conformidades en el producto (o servicio) final, pueden ser evitadas si previamente se evalúa la conformidad de los materiales que se van a utilizar con los requisitos que correspondan.

Los procesos de evaluación de la conformidad de los materiales con las correspondientes especificaciones técnicas pueden clasificarse como: de primera parte, de segunda parte y de tercera parte. Se dice que la evaluación de la conformidad se realiza por primera parte si la evaluación la hace quien suministra los materiales. Si la evaluación la hace quien recibe los materiales, entonces se dice que es de segunda parte, y si se recurre a una organización independiente del proveedor y del cliente, entonces se dice que la evaluación es de tercera parte.

Las especificaciones técnicas que se aplican a los materiales suelen extraerse de normas técnicas. Además, las normas técnicas establecen la forma de evaluar la conformidad con dichos requisitos y son utilizadas a nivel nacional y/o internacional.

## **CASO PARTICULAR**

Se presenta en gráficos de barras los resultados de los ensayos de lámparas de sodio a alta presión adquiridas por la Intendencia Municipal de Montevideo. Los mismos corresponden a muestras de lotes adquiridos en como se indica a continuación.

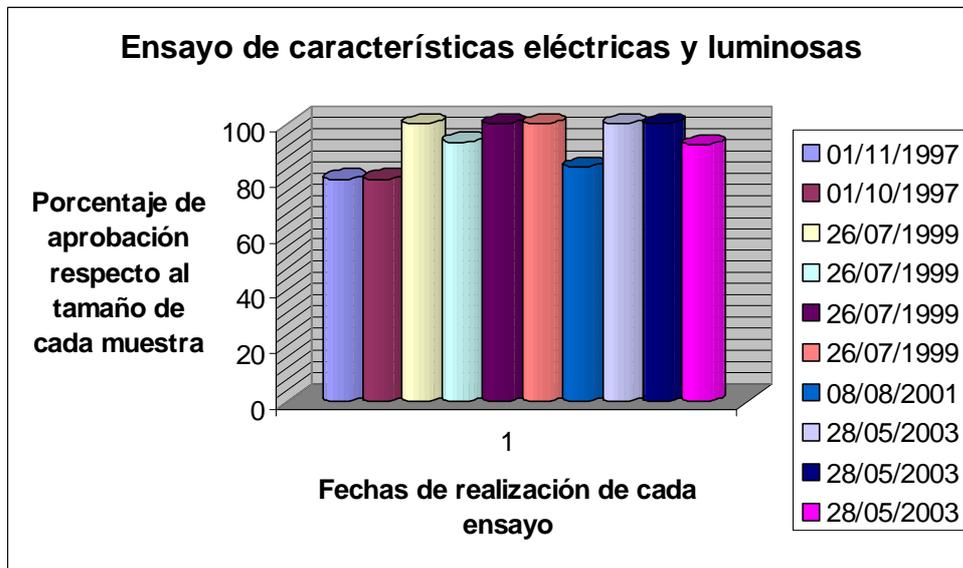
Cantidad de lotes de lámparas:

- 2 en el año 1997,
- 4 en el año 1999,
- 1 en el año 2001, y
- 3 en el año 2003.

Los ensayos comienzan en el año 1997. Hasta entonces no se habían realizado ensayos de muestras de los lotes de lámparas que se adquirirían.

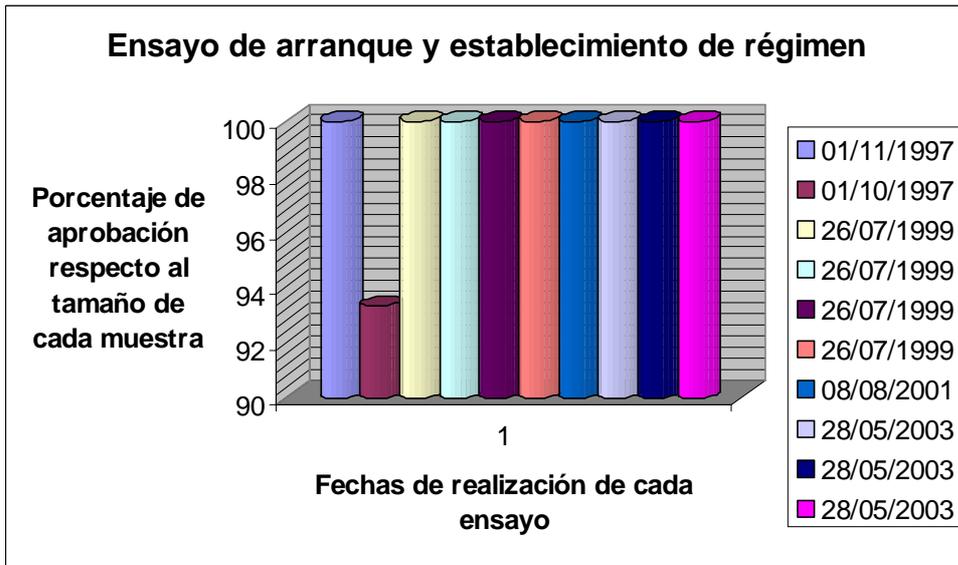
Los resultados corresponden a la aplicación de los capítulos de la norma IEC de aplicación a estas lámparas según se muestra en los gráficos siguientes, donde se indica el porcentaje de aprobación de cada conjunto de muestras correspondiente a cada uno de los lotes. El último gráfico, resistencia a aplicación de par de torsión entre bulbo y casquillo, corresponde a los

resultados obtenidos de aplicar este capítulo de la norma IEC de lámparas de mercurio a alta presión, porque el mismo no está en la norma de lámparas de sodio.



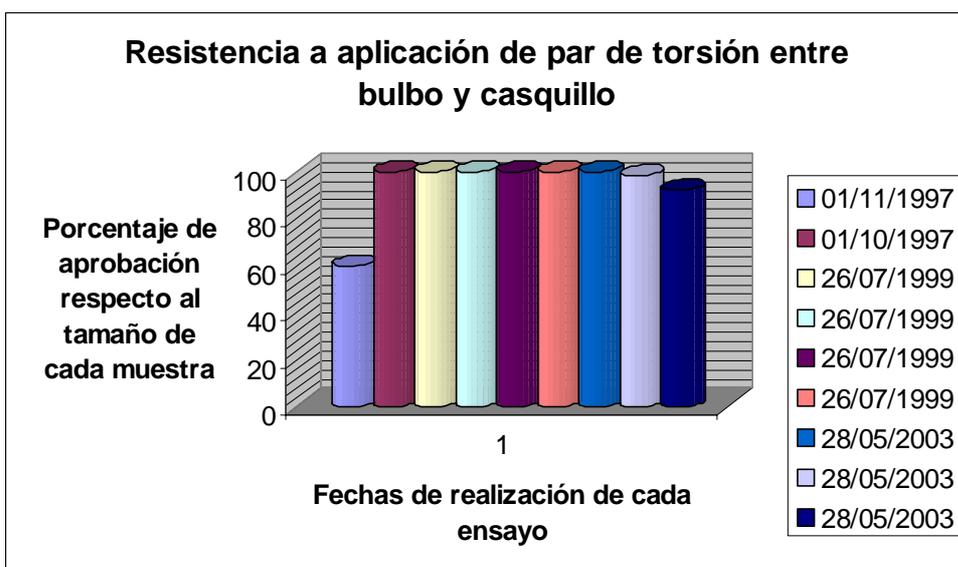
De los resultados de los ensayos de características eléctricas y luminosas se observa que:

1. Existe un 20 % de no conformidades la primera vez que se realizan los ensayos (dos primeras barras del gráfico, 1997). Luego, en 1999 (las cuatro barras siguientes) el porcentaje de no conformidades disminuye, aumenta un poco en 2001 y vuelve a disminuir en 2003 (tres últimas barras).
2. Aunque no se hayan ensayado muestras de todos los lotes adquiridos, el hecho de hacer ensayos sin dejar pasar mucho tiempo entre los mismos parece mantener atentos a los proveedores en lo que tiene que ver con el cumplimiento de los requisitos.
3. Las no conformidades que se deban a que el flujo luminoso que emiten las lámparas sea menor que el mínimo admisible implica que el nivel de iluminancia que se obtendrá de su utilización será menor al previsto.
4. Las no conformidades que se deban a que el rendimiento sea menor que el mínimo admisible, tendrán como consecuencia un menor nivel de iluminación y/o un mayor consumo energético.
5. Las no conformidades que se deban a que la tensión en bornes de la lámpara esté fuera del rango admisible, tendrán como consecuencia que la vida útil de la lámpara sea distinta a lo previsto.



De los resultados de los ensayos de arranque y establecimiento de régimen se observa que:

1. Existe un porcentaje significativo de no conformidades la primera vez que se realizan los ensayos (dos primeras barras del gráfico, 1997). Luego, el porcentaje de no conformidades se vuelve despreciable.
2. Las no conformidades debidas a lámparas que no encienden implican que éstas deberán ser sustituidas y que deberán adquirirse nuevas lámparas.
3. Las no conformidades debidas a que las lámparas demoran en encender un tiempo mayor que el previsto, pueden tener como consecuencia que, por ejemplo ante un corte de energía en una vía de tránsito donde el tránsito sea muy intenso, haya que esperar un tiempo mayor para que se restablezcan los niveles de iluminación requeridos.



De los resultados de los ensayos de resistencia a aplicación de par de torsión entre bulbo y casquillo se observa que:

1. Existe un porcentaje significativo de no conformidades la primera vez que se realizan los ensayos (dos primeras barras del gráfico, 1997). Luego, el porcentaje de no conformidades se vuelve despreciable, pero vuelve a aumentar en 2003, aunque es menor que porcentaje de no conformidades inicial. Obsérvese que este ensayo no se realizó con los lotes del año 2001, es decir, que desde 1999 hasta 2003 no se evaluó el cumplimiento de esta especificación.
2. Las no conformidades debidas a que cuando el casquillo está enroscado en el portalámparas, al aplicar un par de torsión para enroscar o desenroscar la lámpara del bulbo, se desprende del casquillo, tienen como consecuencia que hay que retirar el casquillo del portalámparas, colocar una nueva lámpara y adquirir otra lámpara.

## CONCLUSIONES

Las no conformidades con las especificaciones técnicas de los materiales utilizados en las instalaciones de alumbrado público tienen como consecuencia:

1. Aumento imprevisto en los costos de operación, mantenimiento, y adquisición; además de retrasar cronogramas establecidos.
2. Los costos que se generan por no conformidades no son sólo los debidos a la reposición o reparación del material no conforme, sino que los costos en que hay que incurrir para detectar la causa de la no conformidad y corregirla, pueden ser mucho mayores que los de reposición del material no conforme.
3. El comportamiento de los proveedores cambia cuando se espera que se realice una evaluación de los suministros, de tal forma que mejora el nivel de calidad de los mismos.
4. Una vez que la expectativa de que se vaya a verificar la conformidad de los suministros con los requisitos desaparece, reaparece la tendencia inicial, esto es, de mayor cantidad de no conformidades.
5. En consecuencia, no basta con realizar la evaluación una sola vez, sino que es conveniente hacerlo en forma más o menos periódica. En particular, no alcanza sólo con hacer ensayos de tipo, sino que también habría que hacer ensayos de recepción.
6. ¿Habría que ensayar todo? No, si el objetivo es que los costos totales sean mínimos, habría que llegar a una solución de compromiso entre no evaluar la conformidad de los materiales que se adquieren y evaluar la conformidad de todos ellos, de tal forma que el costo total sea mínimo.
7. Es recomendable para los municipios hacer una evaluación pormenorizada de los costos, ya que ellos disponen de la información sobre todos los costos de los materiales y los asociados a los problemas que generan las no conformidades de los materiales con los requisitos. Entonces, pueden establecer un plan de evaluación de la conformidad que naturalmente tendrá costos, pero que puede resultar en una disminución de los costos totales.