

Evaluación del consumo y eficiencia energética en sistemas de iluminación de Argentina: datos de la transición a la tecnología SSL

Estevez, Miguel Angel ^a

^a Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán
mestevez@herrera.unt.edu.ar

Resumen

Se desarrolla un procedimiento para evaluar el impacto en el consumo de energía por la penetración de las tecnologías SSL (Luz de estado sólido) y la variación de la eficiencia en los circuitos de alumbrado de la Argentina, utilizando como base de cálculo el consumo anual de lámparas de Argentina. El método se fundamenta en el hecho de que el mercado está abastecido exclusivamente por productos importados desde el cese de la producción local en el año 2010. Por lo que se hizo un minucioso análisis de los despachos a plaza, fiscalizados por la Administración Nacional de Aduanas, complementando con bases de datos privados. Esto ha permitido reconstruir la cantidad de lámparas importadas en los últimos cinco años. Este período abarca una fase de transición del mercado, caracterizada por la introducción de nuevas tecnologías, en particular, la comercialización de lámparas con tecnología de iluminación de estado sólido, cuyos efectos son reflejados en los resultados presentados en este trabajo. En el período comprendido entre los años 2019 y 2023, se ha observado una reducción importante del consumo de energía eléctrica en iluminación y un aumento de la eficiencia energética.

Palabras clave: Eficiencia, energía, iluminación.

INTRODUCCIÓN

La falta de información representa el principal desafío en el estudio global del alumbrado en la República Argentina. Esta afirmación se basa en la revisión exhaustiva de las fuentes de información de todos los organismos involucrados, tanto públicos como privados, en la problemática. Se puede afirmar que no existe una sistematización de datos específicos de iluminación ni procedimientos de recopilación por parte de la autoridad competente. Además, no hay información disponible sobre el mercado, la cantidad de lámparas consumidas, ni su clasificación por diferentes tipos, modelos y potencia. Las empresas que importan o comercializan lámparas son reacias a proporcionar los datos. En este contexto, resulta poco probable estimar o calcular el consumo de los circuitos de alumbrado con un nivel de certidumbre aceptable.

La estimación del consumo y la eficiencia de la iluminación, datos fundamentales en la planificación y el análisis energético de cualquier país, pueden establecerse utilizando, entre otros métodos, el consumo anual de lámparas, tal como se aplica en el presente trabajo. Este enfoque se basa en la publicación "Metrología de la eficiencia en sistemas de iluminación, incluyendo el aprovechamiento energético del alumbrado natural"(L. Assaf), donde se

propone un método de cálculo de la energía. La estimación del consumo es de particular utilidad en el presente puesto que da una perspectiva de las políticas adoptadas por el estado en materia energética y que afectaron el mercado de la iluminación. Los instrumentos fundamentales en tal política han sido la normalización y etiquetado de eficiencia energética de productos, los que incidieron tanto en la calidad y tipo de lámparas del mercado, modificando el consumo y la eficiencia global del sistema. Estos instrumentos, si bien provenían de larga data, como la resolución N° 319/1999 de la ex Secretaría de Industria, Comercio y Minería (SICy M) fueron impulsados a partir del DNU N° 140 promulgado en diciembre de 2007. Puede considerarse entonces que la transformación del mercado se inicia en el año 2008 continuando en el año 2012 (cambio de las lámparas incandescentes por fluorescentes compactas) y en el 2019 (aparición masiva en el mercado de la iluminación de estado sólido).

La información incompleta del mercado ha podido ser superada merced a una circunstancia imprevistamente derivada de las normas y regulaciones mencionadas; la puesta en vigencia de la ley N° 26473/08 estableciendo la prohibición de comercialización de lámparas incandescentes trajo

como resultado que la fábrica de OSRAM Argentina, que abastecía el 70% del mercado local, haya cesado su producción en 2010. A partir de allí se supone que el consumo ha sido abastecido únicamente por operaciones de importación registradas por la Dirección General de Aduanas. Siendo estos datos de dominio público, es posible reconstituir la información faltante sobre el mercado argentino.

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es estimar tanto el consumo anual de energía eléctrica como la eficiencia media de los circuitos de iluminación en Argentina en el periodo 2019-2023, utilizando el modelo de estimación del consumo en base al mercado de lámparas como base y analizar el efecto de la transición tecnológica hacia la iluminación de estado sólido (SSL).

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo adoptado asume que la reposición de cada lámpara en el mercado está necesariamente ligada con un consumo determinado. Es decir, que los datos del consumo de lámparas en el mercado implican un consumo de energía en iluminación. Es aceptable suponer que, durante toda su vida, una lámpara que ha dejado de funcionar y ha sido reemplazada por otra, necesariamente implicó un consumo de energía, W_L :

$$W_L = P_L \cdot T_L \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

Dónde:

W_L es la energía consumida por una lámpara (kWh)

P_L es la potencia de la lámpara y (si correspondiera) equipo auxiliar (W)

T_L es el tiempo de uso de la lámpara (h)

Idénticamente es posible determinar la energía anual consumida por grupos o clases de lámparas:

$$W_{Lai} = N_i \cdot \alpha_i P_{Li} \cdot T_{Lui} \quad (2)$$

Siendo:

W_{Lai} : consumo anual de las lámparas de clase i (Wh)

N_i número de lámparas consumidas en un año (unidades)

α_i : factor de reposición; fracción de lámparas destinadas a reposición sobre total

T_{Lui} : vida útil de la lámpara i (horas)

P_{Li} : potencia de la lámpara y (si correspondiera) equipo auxiliar

La eficiencia es un dato más interesante que el consumo. Como indicador ha sido propuesto la

eficiencia luminosa media de lámparas (ϵ_m) entendiéndose por tal al promedio ponderado de eficiencia de todas las lámparas que se usan en la República Argentina

$$\epsilon_m = \frac{\sum \epsilon_i CA_i}{\sum CA_i} \quad (4)$$

Siendo:

ϵ_i = Rendimiento energético de la lámpara i

CA_i = Consumo del conjunto de lámparas i

RESULTADOS

Conocida la cantidad importada por el mercado de lámparas, se está en condiciones de realizar el cálculo del consumo y la participación de la iluminación en el consumo de electricidad (Tabla 1)

Tabla 1: Participación de la iluminación en el consumo de electricidad (2019-2023)

	2019	2020	2021
<i>Consumo de Electricidad en Argentina (TWh)</i>	133,99	135,38	133,88
<i>Consumo en Iluminación (TWh)</i>	14,50	15,90	15,20
<i>Participación de la iluminación en el consumo de electricidad</i>	10,82%	11,74%	11,35%
	2022	2023	
<i>Consumo de Electricidad en Argentina (TWh)</i>	138,7	140,48	
<i>Consumo en Iluminación (TWh)</i>	15,8	16,5	
<i>Participación de la iluminación en el consumo de electricidad</i>	11,39%	11,75%	

La tabla 2 muestra un análisis de la evolución del consumo y la eficiencia de los sistemas de alumbrado, mostrando una clara evolución en la eficiencia

Tabla 2: Análisis del consumo en iluminación y eficiencia.

	2012	2018	2022	2023
<i>Consumo de Electricidad en Argentina (TWh)</i>	108,00	137,00	138,7	140,48
<i>Consumo en Iluminación (TWh)</i>	19,00	15,25	15,8	16,5
<i>Participación de la iluminación en el consumo de electricidad</i>	17,00%	11,13%	11,39%	11,75%
<i>Eficiencia Global del Sistema (lm/W)</i>	67,1	71,2	76,3	77,8

DISCUSIÓN

Los datos presentados reflejan el consumo de electricidad en Argentina y el consumo específico destinado a la iluminación durante los últimos cinco años, así como la proporción que la iluminación representa en el consumo total de electricidad.

En términos generales, se observa que el consumo de electricidad en Argentina ha permanecido relativamente estable durante los últimos cinco años, con ligeras fluctuaciones en los valores totales. En 2023, el consumo de electricidad alcanzó los 140,48 TWh, un valor superior al promedio del período considerado.

Por otro lado, el consumo de electricidad destinado a la iluminación ha mostrado variabilidad durante los últimos cinco años, registrando un mínimo en 2019 y un máximo en 2023. En promedio, el consumo de electricidad para iluminación representa alrededor del 11 % del consumo total de electricidad en Argentina.

CONCLUSIONES

Entre 2019 y 2023, el consumo de electricidad en Argentina experimentó un aumento del 4.5%. Sin embargo, gracias a la adopción de tecnologías eficientes, el consumo de electricidad para iluminación se incrementó en un 13%, manteniendo su proporción en el consumo total en un 11%. Es destacable la mejora en la eficiencia de la iluminación, que pasó de 67,1 lm/W en 2012 a 77,8 lm/W en 2023. Esto indica que actualmente se utiliza mucha más luz que en 2012, sin un impacto energético significativo. Si se hubiera mantenido la eficiencia de 2012, se necesitaría hoy mucha más energía de la que realmente se consume. Esto demuestra claramente las ventajas de la eficiencia energética en la iluminación.

La iluminación ofrece una importante oportunidad para mejorar la eficiencia energética en Argentina, ya que representa una parte considerable del consumo total de electricidad. La implementación de tecnologías SSD y sistemas de control de iluminación más eficientes puede ayudar a reducir el consumo de electricidad y, por ende, las emisiones de gases de efecto invernadero.

En resumen, el análisis del consumo de electricidad en iluminación en Argentina muestra una participación significativa en el consumo total y una variabilidad en los últimos cinco años. Estos resultados subrayan la

importancia de mejorar la eficiencia energética en la iluminación mediante la adopción masiva de tecnologías más eficientes y sistemas de control más precisos.

BIBLIOGRAFÍA

IRAM – (2006) Norma 62404-1-2-3 - Etiquetado de Eficiencia Energética para lámparas eléctricas para iluminación general

Assaf L (2004) Metrología de la Eficiencia en sistemas de iluminación, incluyendo el aprovechamiento energético del alumbrado natural. *Tesis Doctoral – Departamento de Postgrado, Universidad Nacional de Tucumán.*

Energy efficiency&renewable energy
<https://www.energy.gov/eere/ssl/solid-state-lighting>.IEA, International Energy Agency
Junio 2021

Assaf L, Dutt GS. (2000) “Potencial de ahorro mediante el uso de lámparas eficientes en la República Argentina”. *Revista LUMINOTECNIA N° 68, Asociación Argentina de Luminotecnia, AADL*

Assaf, Leonardo; Estevez, Miguel. (2014). “Eficiencia global del alumbrado mediante el análisis del mercado de lámparas”. *XII Conferencia Iberoamericana de Iluminación- Luxamerica2014*

Cammesa. (2018-2022). *Informes Anuales de Demanda Eléctrica.*

Energy, D. o. (2020). *Global Lamp Installed Base.* Obtenido de :
https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/02/f29/s_mallwood_mktadoption_raleigh2016.pdf

