

TITULO:

**“ESTUDIO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO DE LA
BASE NAVAL SUR”.**

AUTORES:

Alex Cazco Arízaga¹, Jorge Aragundi Rodríguez²

¹Ingeniero Eléctrico en Potencia 2006; email: acazco@espol.edu.ec.

²Director de Tesis, Ingeniero Eléctrico en Potencia, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996, Maestría en Ciencias de Ingeniería Eléctrica (Calidad de Energía), Universidad Federal de Ingeniería de Itajubá (UNIFEI), 2000. Profesor de ESPOL desde 2000., email: aragundi@fiec.espol.edu.ec.

RESUMEN:

El costo elevado de la energía eléctrica en nuestro país produce la necesidad de buscar alternativas para conseguir el ahorro energético, en cuanto a esto, el consumo de energía por concepto de alumbrado público tiene un valor considerable dentro de los sistemas eléctricos.

Con el fin de alcanzar el ahorro de energía en alumbrado público en la Base Naval Sur, se elabora el presente trabajo, el mismo que inicia con la determinación del consumo real de las luminarias, de ahí se obtuvo que la potencia que las luminarias absorben de la red es superior a la nominal o de placa, y por consiguiente existe un incremento en el consumo de energía. Adicional a esto se realizaron estudios de iluminación, demostrando que el nivel de iluminación no es el adecuado ya que está ocasionando un gasto innecesario de energía.

Finalmente se realiza un análisis económico demostrando la factibilidad económica del un nuevo sistema de Alumbrado Público que se propone, el mismo que eliminará los problemas actuales y brindará eficiencia en el sistema.

SUMMARY:

The elevated cost of the electrical energy in our country produces the necessity to look for alternatives to obtain the power saving, as far as this, the consumption of energy by concept of public lighting system has a considerable value within the electrical systems.

The present work has been elaborated with the purpose of saving energy in the Public Lighting System of the South Naval Base. It initiates with the determination of the real consumption of the lights, from where it was obtained that the power that the lights absorb from the network is superior to the nominal or of plate, and therefore exists an increase in the energy consumption. In addition, illumination studies were made, demonstrating that the illumination level is not the adequate because it is causing an unnecessary cost of energy.

Finally an economic analysis is made demonstrating to the economic feasibility of a new system of Public Lighting that is proposed, what will eliminate the present problems and will offer efficiency in the system.

INTRODUCCION:

El consumo de energía por concepto de iluminación pública representa un valor considerable en relación a la energía total, por lo que su correcto o incorrecto empleo tiene gran incidencia en el costo que representa la misma.

El Sistema de Alumbrado Público actual de la Base Naval Sur, está constituido por luminarias cuyo estado actual no es bueno, ocasionando un incremento en el consumo de energía eléctrica. A más de esto el nivel de iluminación no es el adecuado ya que en ciertas vías existe un exceso en iluminación, mientras que en otras existe carencia de la misma, es decir no existe uniformidad en la iluminación.

Debido a esto existe la necesidad de realizar un estudio, con el fin de determinar el estado actual del sistema, y dar alternativas para la optimización y ahorro de energía.

CONTENIDO:

Para calcular con mayor exactitud la energía consumida en la iluminación pública son necesarios dos elementos fundamentales: conocer con exactitud el número de luminarias instaladas por tipo, capacidad y estado de funcionamiento; y conocer el consumo de energía de los diferentes tipos de luminarias que se tienen instaladas en el sistema. Para conocer el nivel de iluminación del sistema de alumbrado, se necesita conocer los niveles de iluminancia de las luminarias.

Para esto se han utilizado dos equipos: el Analizador de redes ION 7600 de Power Measurement, y el Luxómetro AEMC Modelo 814N

ANALISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO

La Base Naval Sur cuenta con un Sistema de Alumbrado Público que está constituido por 25 circuitos, y a su vez estos circuitos están formados por un total de 262 luminarias, en la tabla I, se pueden apreciar las luminarias existentes:

De las 262 luminarias que serán estudiadas: 26 poseen Lámparas de vapor de Mercurio de 175W, 46 poseen Lámparas de vapor de Mercurio de 250W, 3 poseen Lámparas de vapor de Sodio de 250 W, y finalmente existen 187 Lámparas de vapor de Sodio de 400 W.

Para determinar el valor del consumo de energía eléctrica en el sistema se realizaron mediciones de potencia en 3 secciones: Sección HOSNAV, Sección DIGMAT y Sección AVENIDA PPAL.

Obteniéndose de las mediciones los siguientes resultados:

En la **Sección HOSNAV**, se realizaron mediciones durante un tiempo de duración aproximado de 9 horas, observándose un consumo total de 1.66051 KW, habiéndose encendido 4 lámparas vapor de Sodio de 400 W, es decir existe exceso de consumo: 60.51Wh.

Con el fin de descartar que el problema radique en los conductores, se realizaron además mediciones en la lámpara se encuentra instalada en el poste P-27 perteneciente al mismo circuito, obteniéndose como resultado un exceso de consumo de 17.552 W.

En la **Sección DIGMAT**, se realizaron mediciones durante un tiempo de duración aproximado de 11 horas, observándose un consumo total de 1.1125 KW, habiéndose encendido 3 lámparas de vapor de Sodio, 2 lámparas de 250 W y una lámpara de 400 W, es decir existe exceso de consumo: 212.499Wh.

También se realizaron mediciones en la lámpara se encuentra instalada en el poste P-165 perteneciente al mismo circuito, obteniéndose un exceso de consumo de 32.58 W.

En la **Sección AV. PRINCIPAL**, se realizaron mediciones durante un tiempo de duración aproximado de 6 horas, observándose un consumo total de 2.138 KW, habiéndose encendido 5 lámparas de vapor de Sodio de 400 W, es decir existe exceso de consumo: 137.597 Wh.

También se realizaron mediciones en la lámpara se encuentra instalada en el poste P-25 perteneciente al mismo circuito, obteniéndose un exceso de consumo de 75.042.

De esta manera se pudo ratificar que las luminarias están consumiendo más energía de la que deberían.

ILUMINACION DE LAS LUMINARIAS

Para determinar si los niveles de iluminación de las vías son los más adecuados, para esto se usó el software de iluminación de **Thomas & Belts**.

De los resultados obtenidos por el software se pudo apreciar que: 3 vías tienen iluminación en exceso ya que tienen valores muy superiores a los que requiere este tipo de vías, 2 tienen valores de iluminancia adecuados y una de las vías tiene iluminancia inferior a los 7.5 luxes, por lo tanto no cumple con la norma: ***CIE 115-1995 “Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal”***.

Además se realizaron mediciones de iluminancia de algunas de las luminarias existentes mediante el luxómetro AEMC Modelo 814N, con el fin de comparar con los resultados obtenidos por el mismo software, por medio de las curvas isolux.

En cuanto a la planificación del mantenimiento preventivo y correctivo de las luminarias se pudo apreciar que es el adecuado.

SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO.

Una vez conocida la problemática del sistema actual, se hace necesario pensar en solucionar el problema. El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer eficiencia, y cuando se habla de eficiencia se refiere a entre otras cosas al Ahorro de Energía, y bajo estas premisas se propone un nuevo sistema de alumbrado público.

El nuevo Sistema de Alumbrado Público estaría constituido por 25 circuitos, los mismos tendrían lámparas únicamente de sodio de 150 W y 250 W, (26 lámparas de 150W, y 236 lámparas de 250 W) , y para lograr un ahorro de energía se ha pensado en la utilización de equipos de doble nivel de potencia, ya que estos dispositivos reducen 4 horas después de haberse encendido la luminaria, el nivel de iluminación entre el 45 y el 55%, disminuyendo la potencia en un 40%.

Las luminarias que se colocarían en el nuevo Sistema de Alumbrado Público son las CALIMA II (de ROYALPHA S.A.), las mismas que al formar parte del Sistema de Alumbrado brindarían niveles de iluminación adecuados, cumpliendo con las recomendaciones que indica la norma. Para afirmar lo antes mencionado se realizó el mismo software de iluminación.

ANALISIS ECONOMICO

Para realizar un análisis de costo – beneficio, se procedió a: Valorar la inversión del proyecto, calcular los beneficios del proyecto (ahorro del consumo de energía eléctrica) y determinar los costos anuales de operación del sistema propuesto.

Se hicieron cotizaciones en INPROEL, siendo el total de la inversión de \$ 54837,00 en la adquisición de luminarias.

Actualmente el costo total anual estimado por consumo de energía eléctrica en alumbrado público es de: \$ 35465.69, y con el sistema propuesto se reduciría a: \$ 17859.32

Cabe indicar que para el cálculo de los costos anuales por consumo de energía eléctrica, en ambos casos no fueron considerados los de mantenimiento del sistema, debido a que la diferencia económica entre ellos es mínima por cuanto no tendría mucha incidencia.

Al finalizar el análisis se pudo ver que la diferencia del consumo de energía eléctrica en alumbrado público (KWh) se traduce en un ahorro anual de \$ 17606.37, es decir 50.36 % en relación al consumo actual. Para determinar los costos anuales de operación del sistema propuesto, se tomaron en cuenta los precios actuales del mercado.

El flujo de efectivo económico indicó que: el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento del 12% registró \$ 91882.75 positivo; además la tasa (TIRE) registró un 35%, siendo superior a la tasa de descuento, lo cual ratifica la factibilidad económica del proyecto. Además indica que los beneficios económicos traducidos en el ahorro de energía eléctrica permitirán recuperar la inversión en 3 años y 2 meses posteriores a la fecha de implementación del sistema propuesto.

CONCLUSIONES:

- Una vez realizado el análisis de consumo de energía eléctrica en Alumbrado Público de la Base Naval Sur, se llegó a demostrar que las luminarias están consumiendo más energía eléctrica de lo normal, debido a que no se encuentran en buen estado y existe una notoria ausencia de mantenimiento preventivo.

- Al realizar el estudio de iluminación de las luminarias se pudo apreciar que los niveles de iluminación de las vías no son los más adecuados; pues algunas de ellas tienen iluminación en exceso; existiendo una vía que no cumple con la norma debido a que el nivel de iluminación es inferior al que recomienda la norma.
- De acuerdo al estudio de iluminación de las luminarias se pudo demostrar que el Sistema Propuesto de Alumbrado Público de la Base Naval Sur, cumpliría con todas las recomendaciones que indica la norma.
- Por lo expuesto anteriormente, al implementarse el Sistema Propuesto, se estaría cumpliendo con las exigencias que demanda un sistema eficiente: brindar calidad de vida, protección hacia la biodiversidad y ahorro de energía.
- Al realizar el cálculo del costo anual estimado por consumo de energía eléctrica de los sistemas: actual y propuesto, se obtuvo como diferencia del consumo de energía eléctrica (KWh) un ahorro de: \$ 17606.37, por lo tanto existiría un ahorro del 50.36% en relación al consumo actual.
- El Flujo de efectivo económico, registró un valor actual neto (VANE) positivo y una tasa interna de retorno económico (TIRE) mayor a la tasa de descuento, por lo que se puede concluir que el proyecto es **económicamente factible**, permitiendo recuperar la inversión en 3 años y 2 meses posteriores a la fecha de implementación del sistema propuesto.

REFERENCIAS:

a) Libro

1. Fábrica Electrotécnica JOSA S.A., Luminotecnia Principios y Aplicaciones (1ra. Edición, México) pp. 33-45 y 69-78.

- b) Libro
 - 2. J.A. Taboada, Manual de Luminotecnia OSRAM. (Madrid, Editorial Dossat S.A., 1983), pp. 65-81 y 283-297.
- c) Libro
 - 3. IES "ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA", Roadway Lighting (Edición, 1985; Impreso en New York), pp. 6-1 – 7-29.
- d) Libro
 - 4. IES "ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA", Designing with the IES Roadway Lighting Practice (Edición, 1984; Impreso en New York), pp. 5 – 18.
- e) Libro
 - 5. American National Estandar Institute, Nomenclature and definitions for illuminating Engineering (Edición, 1983; Impreso en New York), pp.20-34
- f) Tesis
 - 6. A. Cazco , "Estudio para el ahorro de energía en alumbrado público de la Base Naval Sur" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006).
- g) Referencias de Internet
 - 7. Comisión Internacional de Iluminación, 1995, Recomendaciones para la iluminación de vías para tráfico motorizado y peatonal, <http://www.cie.co.at/cie>.
- h) Referencias de Internet
 - 8. Javier García Fernandez, 2000, Alumbrado de Vías Públicas, http://www.edison.upc.edu/curs/llum/exterio/vias_p.html
- i) Referencias de Internet
 - 9. Javier García Fernandez, 2000, Fotometría, http://www.edison.upc.edu/curs/llum/exterio/vias_p.html

Ing. Jorge Aragundi Rodríguez

Visto Bueno