



REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA
“DR. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”
FACULTAD METALURGIA ELECTROMECHANICA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICA

*Trabajo de Diploma en opción al título:
De*

Ingeniero Eléctrico

*Título: Análisis del Sistema de iluminación viaria
del Municipio Moa.*

*Autores: Nordis Lamoru Matos
Yumisander Escobar Maldonado*

*Tutores: Msc. Gabriel Hernández Ramírez.
Ing .Samuel Pineda Machado*

Año 50 del triunfo de la revolución
Moa-2008

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Nosotros: **Diplomante:** Nordis Lamoru Matos

Diplomante: Yumisander Escobar Maldonado

Tutor: MSc. Grabiél Hernández Ramírez

Tutor: Ing. Samuel Pineda Machado

Autores de este trabajo de Diploma certificamos su propiedad intelectual a favor del **Instituto Superior Minero Metalúrgico Doctor Antonio Núñez Jiménez** el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Firma del Diplomante

Firma del Diplomante

Firma del Tutor

Firma del Tutor

Pensamiento

Una idea vale poco más o menos lo que la palabra con que se expresa significa.

José Martí.

Dedicatoria.

Yo, Yumisander Escobar Maldonado dedico este Trabajo de Diploma a mi querida madre Magdalena Maldonado Suárez que me ha ayudado en todos los momentos malos y buenos, así como a Ángela Maritza, Migdalia Torres, Milton Escobar que son mi tía, mi abuela y mi padre respectivamente, los cuales me han alentado durante cinco años de mi carrera. También a todos mis familiares, compañeros de aula y en especial a Yanier Ricardo, Alexander Martínez, Kelvin Iserns, Nordis Lamorú y mis amigos del barrio.

Yo, Nordis Lamorú Matos dedico este Trabajo de Diploma a mis padres Luis Lamorú Batista y Elizabeth Matos Vázquez que siempre me han apoyado en todos mis sueños y proyectos que me he trazado en la vida, así como a mis hermanos y demás familiares. A mis compañeros de estudio, amigos y a todas las demás personas que de una forma u otra siempre me dieron ánimos.

Muchas Gracias



Summary

In this undergraduate study titled “Lighting system analysis in the municipality of Moa”, we approach several topics related with the characteristics, uses and types of elements used in the road lighting systems, with the aim of establishing the correct lighting, taking into account the economic resources, comfort of man, protection of the environment and the stability of the system. A characterization of the lamps and lamp housings was realized together with integration of new methods used in lighting in the today’s world.

Also the road lighting system situation presented by the municipality is analyzed which led to the realization of this thesis, and dealt in a concrete manner the solution of the problem with the most economic approach possible, not ruling out the recommendations to follow in maintaining the obtained results in the construction of the new lighting system.

Resumen

En el presente Trabajo de Diploma, ``Análisis del Sistema de Iluminación del municipio Moa ``,abordamos varios temas relacionados con las características, usos y tipos de elementos utilizados en los sistemas de alumbrado vial , con el objetivo de obtener una correcta iluminación, teniendo en cuenta los recursos económicos, el confort de los usuarios y la protección del medio ambiente. Se realizó una caracterización de diferentes lámparas y luminarias, además de la integración de nuevos aditamentos que se emplean en el mundo de hoy en el alumbrado. También se analizó la situación que presenta el municipio en el sistema de iluminación vial, lo cual condujo a la presente tesis donde se recoge de manera concreta la solución del problema con la variante más económica posible, así como recomendaciones a seguir para mantener los resultados obtenidos en la proyección del nuevo sistema de iluminación.

INDICE

INTRODUCCION GENERAL

CAPITULO I Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.

1.1. Introducción.	1
1.2. Fundamentación Teórico – Metodológico.	1
1.3. Revisión de los Trabajos Precedentes.	2
1.4. Base Teórica de la Investigación.	5
1.5. Conclusiones.	24

CAPITULO II Caracterización de los Sistemas de iluminación viaria.

2.1. Introducción.	25
2.2. Caracterización de los sistemas de alumbrado viario. Que se utilizan en la actualidad.	25
2.2.1. Características técnicas de los elementos más utilizados en el alumbrado viario actual.	30
2.3 Caracterización del sistema de alumbrado a instalar en el municipio Moa.	48
2.3.1 Diagnóstico del sistema de alumbrado instalado en el municipio Moa.	48
2.3.2 Principales problemas que afectan la eficiencia del sistema instalado.	49
2.4 Conclusiones.	58

CAPITULO III Propuesta del sistema de iluminación viaria para el municipio Moa.

3.1 Introducción.	59
3.2 Propuesta para el sistema de iluminación viaria del municipio Moa.	59
3.2.1 Representación de los niveles de iluminación del sistema de alumbrado viario mejorado.	61
3.2.2 Selección y Cálculos de los centros de cargas.	70
3.2.3 Propuesta de una variante simplificada para mejorar el sistema de encendido.	71
3.3 Valoración Ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.	72
3.4 Valoración Económica.	75
3.4.1 Evaluación de Costo y los recursos a utilizar en: Mejora del nuevo sistema de iluminación viaria.	75
3.4.2 Ahorro de energía al mejorar el sistema de encendido del alumbrado viario de Moa.	77
Ahorro por utilización de lámparas eficientes.	78
3.5 Conclusiones	79

Conclusiones Generales.

Recomendaciones.

Bibliografía

Anexos

INTRODUCCION

El siguiente trabajo trata una de las técnicas existentes en el mundo de hoy, nombrada: iluminación. En el siglo XVIII ocurrió algo extraordinario, el físico y químico suizo Aimé Argand inventó una lámpara alimentada con petróleo que empleaba una mecha tubular, la cual recibía una corriente de aire que producía un importante aumento en el brillo de la luz. Entre fines del siglo XVIII y principios del XIX, se utilizó el gas como combustible para la iluminación de las casas y calles.

Si bien con el empleo de mejores combustibles las lámparas resultaron más prácticas, éstas seguían presentando inconvenientes y peligros para las personas.

Así fue como tiempo después, en 1832, se produjo un descubrimiento notable: el científico inglés Michael Faraday y el físico norteamericano Joseph Henry lograron, cada cual en su trabajo, la transformación de la energía magnética en energía eléctrica. Este avance dio paso al “gran momento” en la historia de la iluminación, porque apoyado en los adelantos de quienes lo precedieron, el inventor estadounidense Thomas Alva Edison, fabricó la primera lamparita o bombilla incandescente, en 1879. Edison produjo una lámpara resistente que tenía un filamento de carbono y que era posible comercializar. Su invento hizo universal el uso de la electricidad, permitiendo así que la luz llegue a todos los hogares con la ventaja de ser limpia, cómoda y fácil de transportar.

En la actualidad las fuentes de luz en los sistemas de alumbrado son alimentadas casi exclusivamente por energía eléctrica. Aunque pueda parecer que el alumbrado representa un bajo porcentaje del consumo total de esta energía, si se hace un enfoque desde el punto de vista de un municipio, el alumbrado se convierte en el consumidor eléctrico más importante.

En el municipio Moa la situación se calificaba de crítica en el alumbrado de sus calles principales y secundarias por lo que se destinó un financiamiento para la ejecución del proyecto de alumbrado en su totalidad por lo que el objetivo de nuestro trabajo es:

- ✓ Proponer un sistema de iluminación viaria que cumpla con las normas del CIE

Pero no consideremos que el grado máximo de perfección lo alcanzamos cumpliendo cabalmente con el objetivo antes mencionado. Hemos de ir aún más allá. No debemos conformarnos con obtener altas calificaciones en los aspectos medibles, sino apurar las posibilidades y encaminar nuestro esfuerzo e imaginación hacia aspectos menos pragmáticos pero no por ello desestimables, como son: la integración de los sistemas de iluminación en los esquemas decorativos de los entornos en los que van a operar, la posibilidad de crear ambientes luminosos diferenciales y extraer de los objetos y las cosas, facetas y formas que realmente tienen, pero que solo con una correcta iluminación de la luz sobre ellos se hacen visibles.

En todos los casos son las luminarias, elementos que controlan y optimizan la luz producida por las lámparas, este estudio tiene como premisa fundamental llevar a la práctica todos los conocimientos existentes, para así darle un enfoque científico al trabajo a realizar.

CAPITULO I

Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.

Introducción.

Fundamentación Teórico – Metodológico.

Revisión de los Trabajos Precedentes.

Base Teórica de la Investigación.

Conclusiones.

1.1 Introducción.

El objetivo de este capítulo es desarrollar el basamento teórico - metodológico que se pretende plantear en el presente trabajo, para alcanzar su objetivo general a partir del planteamiento del problema existente, el cual mostrará la necesidad de la realización de dicho estudio y la perspectiva de los resultados para la futura aplicación de los mismos.

1.2 Fundamentación Teórico – Metodológico.

La formulación del problema, la justificación o necesidad de realización de un estudio y su propuesta son elementos que deben tenerse en cuenta en la fundamentación teórica de cualquier investigación.

Se hace necesaria la búsqueda de nuevas variantes para mejorar los sistemas de iluminación con el objetivo de elevar los índices de eficiencia de los mismos, creando así en las instalaciones las condiciones necesarias que contribuyan con la preservación de la vida, la salud del hombre y evitando la contaminación lumínica. Esto propiciaría un aumento de la actividad productiva del desarrollo económico y la preservación del medio ambiente.

Planteamiento del Problema

No existe en las calles secundarias del municipio Moa un sistema de alumbrado eficiente para brindar seguridad a los conductores y peatones.

Hipótesis

Si se caracterizan las calles secundarias del municipio se podrá proyectar un sistema de alumbrado que cumpla con las normas del CIE.

Objeto de estudio

Segunda Etapa del proyecto de iluminación de la calle secundaria.

Objetivo general

Proponer un sistema de iluminación viaria que cumpla con las normas del CIE.

Objetivos específicos

- Caracterizar el sistema de alumbrado viario del municipio.
- Calcular y ubicar los centros de cargas en las calles a iluminar.
- Proponer un sistema de alumbrado viario que cumpla con las normas del CIE.

1.3 Revisión de los trabajos precedentes.

Manuales

Manual de Alumbrado (1986). Este material constituye una guía para la realización de los cálculos de alumbrado para exteriores y conceptos luminotécnicos, suministrando los conceptos y métodos necesarios. Representa una herramienta imprescindible en la realización del trabajo.

Manual de procedimientos (1999). Este trabajo constituye una guía metodológica para el proyectista eléctrico, puesto que recoge la información necesaria para la aplicación de una metodología de sistemas de alumbrado, pero no tiene en cuenta los aspectos de contaminación luminosa, afectaciones al medio ambiente, la iluminación natural y eficiencia energética.

Catálogos

Catálogo de iluminación Effetre (1995). Este catálogo permitió la actualización y comparación de las lámparas recomendadas, utilizadas en los diferentes sistemas de alumbrado.

Catálogo general de iluminación (1995). Este catálogo permitió la comparación de los métodos de iluminación y de cálculo, así como la determinación de las diferencias entre estos y como seleccionar el método a utilizar.

Catálogo general de iluminación PHILIPS (1997). Este catálogo contribuyó en la comparación de los métodos de iluminación y cálculo.

Catálogo General de Lámparas y Equipos, 1998/1999/2000. Philips. Este catálogo permite conocer características generales de lámparas y equipos.

Catálogo de Lámparas. Silvana ,2000. Este catálogo presenta información técnica acerca de lámparas de descarga de alta potencia.

Catálogo de iluminación Disano (2001). Este catálogo permitió la actualización y comparación de las luminarias modernas utilizadas en los sistemas de alumbrado.

Catálogo 2001 Sluz. Este catálogo aborda temas acerca de los sistemas de alumbrado para zonas de peligro.

Catálogo General 2002. Indalux Iluminación Técnica, S.L Este catálogo presenta software para la simulación de las instalaciones de alumbrado.

Documentos.

Masorra, Jironella (1986). Este documento nos da a conocer los métodos de iluminación y de cálculos utilizados en los sistemas de iluminación. También plantea una metodología.

Ferrero Andréu, LI, (1999). Celma, A, Rodríguez, F, (1999). Ferreiro-Mazon, P,(1995). San Martín, R; Aubert , V, (2001). Arrastia, Ávila, M, (2001). En estos documentos se muestra una amplia caracterización sobre la problemática de la contaminación lumínica a nivel internacional y nacional, permitiendo un estudio de la misma, para determinar las posibles medidas a tener en cuenta a la hora de proyectar un sistema de alumbrado exterior. También sirvió como herramienta para determinar los diferentes métodos de iluminación y de cálculo a utilizar en cualesquier lugar, áreas exteriores y otras.

Instrucción de vías públicas, Ayuntamiento de Madrid (Diciembre 2000). Este documento abarca todo lo referente a la distribución de las luminarias en la vía y el correcto uso de las

mismas.

Francisco Pividal Grana. Ciudad de la Habana, (2003). Este documento facilitó la adquisición de información sobre el comportamiento del petróleo en el mercado mundial, el precio del combustible y las equivalencias entre energía y toneladas de fuel oil en Cuba.

Conferencias

Conferencia del Comité Electrónico Cubano (1997). Estas conferencias proporcionaron una actualización integral de cómo se maneja el tema a nivel nacional e internacional, en materia de historia de la iluminación, economía, medio ambiente, desarrollo de fibras ópticas, contaminación lumínica, descargas, entre otros. Paralelamente representó el punto de partida para el análisis económico-ambiental.

Enciclopedias

Enciclopedia luminotécnica. Este material recoge todos los conceptos luminotécnicos actuales.

Publicaciones

Equipos auxiliares para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez. En esta publicación se hace énfasis en todos los equipos a utilizar en el trabajo de las lámparas de descarga.

Sistema eléctrico para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez. En esta publicación se caracteriza el sistema eléctrico y los componentes principales de las lámparas de descarga.

J.I. Urraca Piñeiro: Tratado de alumbrado público. Ed: Donostiarra, S.A. Esta publicación hace referencia a todos los tratados para proyectar sistemas de alumbrado que cumpla con las normas establecidas.

Jesús Feijó Muñoz: Instalaciones de iluminación en la arquitectura. Ed: Secretariado de publicaciones, Universidad de Valladolid. Esta publicación presenta las normas de construcción e instalación de la iluminación en los proyectos arquitectónicos.

Trabajos de diplomas

Análisis del Sistema de iluminación Vial del municipio Moa 2005. Yunier Cabrera, Delroy George. Este trabajo de diploma en opción al título de ingeniero eléctrico presentó el análisis y propuesta de mejora del sistema de alumbrado de las avenidas principales del municipio moa.

Eficiencia del sistema de iluminación de la planta Termoeléctrica Cdte. Pedro Sotto Alba. Moa 2007. Suraima Pavon Herrera, Yarima Marisma frometa. Este trabajo de diploma en opción al título de ingeniero eléctrico analizó como mejorar la iluminación de la termoeléctrica de la planta Pedro Sotto Alba con el objetivo de lograr una iluminación eficiente de la planta.

Eficiencia de los sistemas de iluminación Moa 2002. Odalis Robles Laurencio. Este trabajo de diploma en opción al título de master en ciencia trata de explicar de cómo lograr una iluminación exterior eficiente mejorando el factor de potencia de las instalaciones de alumbrado.

Sitios Web visitados.

[http:// www14.brinkster. com. /lumínica/](http://www14.brinkster.com./lumínica/).1998.

<http://www.ca21.com/2007>

<http://www.clefer.com/2007>

<http://www.atpiluminacion.com/2008>

1.4 Base teórica de la investigación

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y Entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual, entre otros).

El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes Impresiones a diferentes personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etc.

Como principales aspectos a considerar trataremos:

- Deslumbramiento
- Lámparas y luminarias
- Disposición de las luminarias.
- Selección de conductores
- Selección de transformadores de alumbrado
- Caída de voltaje
- Eficiencia energética

Generalidades.

Iluminancia:

Quizás haya jugado alguna vez a iluminar con una linterna objetos situados a diferentes distancias. Si se pone la mano delante de la linterna podemos ver esta fuertemente iluminada por un círculo pequeño y si se ilumina una pared lejana el círculo es grande y la luz débil. Esta sencilla experiencia recoge muy bien el concepto de iluminancia ver Figura 1.1.

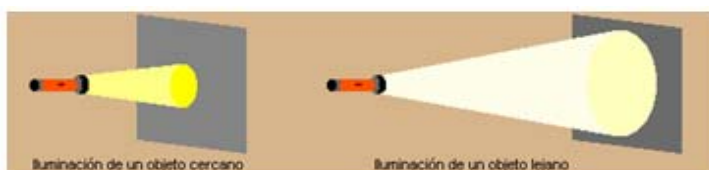


Figura 1.1: Representación de la iluminancia

Concepto de iluminancia:

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm / m^2 , ver tabla 1.1

Tabla 1.1 Definición de iluminancia.

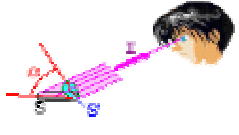
Iluminancia	Símbolo: E	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
$E = \frac{\Phi}{S}$	Unidad: lux (lx)	

Luminancia:

Hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz (flujo luminoso o intensidad luminosa) o sobre la luz que llega a una superficie (iluminancia). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia. Tanto en el caso que veamos un foco luminoso como en el que veamos luz reflejada procedente de un cuerpo la definición es la misma, ver tabla 1.2.

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la CD/m^2 . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ($1 \text{ sb} = 1 \text{ CD}/\text{cm}^2$) o el nit ($1 \text{ nt} = 1 \text{ CD}/\text{m}^2$).

Tabla 1.2 Definición de luminancia.

Luminancia $L = \frac{I}{S_{aparente}} = \frac{I}{S * \cos \alpha}$	Símbolo: L	
	Unidad: CD/m ²	

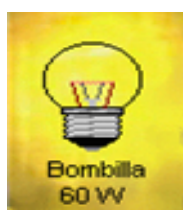
Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias.

Flujo luminoso:

Para hacernos una primera idea consideraremos dos bombillas, una de 25 W y otra de 60 W. Está claro que la de 60 W dará una luz más intensa. Pues bien, esta es la idea: ¿cuál luce más? o dicho de otra forma ¿cuánto luce cada bombilla?, ver figura 1.2 (a), (b).



a)



b)

Figura 1.2: Comparación del flujo luminoso.

Cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la bombilla de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso. Podríamos medirlo en Watts (W), pero parece más sencillo definir una nueva unidad, el lumen, que tome como referencia la radiación visible. Empíricamente se demuestra que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lúmenes.

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm) ver tabla 1.3. A la relación entre Watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

1 Watt-luz a 555 nm = 683 lm

Tabla 1.3 Flujo luminoso.

Flujo luminoso	Símbolo: Φ
	Unidad: lumen (lm)

Intensidad luminosa:

El flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.

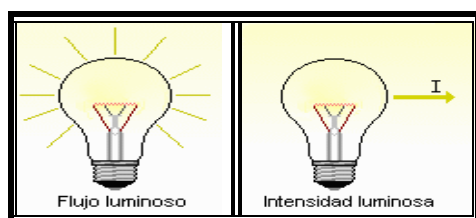


Figura 1.3: Diferencia entre Flujo e intensidad luminosa

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (CD), ver tabla 1.4.

Tabla 1.4: Intensidad luminosa.

Intensidad luminosa $I = \frac{\Phi}{\omega}$	Símbolo: I	
	Unidad: candela (CD)	

Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa:

Ya mencionamos al hablar del flujo luminoso que no toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transformaba en luz visible. Parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible infrarrojo o ultravioleta), etc., ver figura 1.4.



Figura 1.4: Balance energético de las lámparas.

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el rendimiento luminoso como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por Watt (lm/W).

Tabla 1.5: Rendimiento luminoso.

Rendimiento luminoso $\eta = \frac{\Phi}{W}$	Símbolo:	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
	Unidad: lm / W	

Cantidad de luz:

Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante Un cierto período de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo (lm*s).

Tabla 1.6. Cantidad de luz.

Cantidad de luz $Q = \Phi \cdot t$	Símbolo: Q
	Unidad: lm·s

Deslumbramiento:

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor a la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente a una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Existen cinco formas de deslumbramiento, pero solo se consideran dos, el perturbador y el molesto. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa, un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo un vehículo otro coche se nos cruza con las luces largas. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (*TI*) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \frac{L_v}{(L_m)^{0.5}} \quad (1.0)$$

Donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa

de deslumbramiento en la vida diaria. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

Tabla 1.7: Relación entre el deslumbramiento y el alumbrado.

G	Deslumbramiento	Evaluación del alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

Donde la fórmula de G se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación. Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador este está bajo control. Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras, la primera es por observación directa de la fuente de luz; por ejemplo ver directamente las luminarias. La segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando la vemos reflejada en una superficie, (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo...). Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que podemos adoptar tenemos, ocultar la fuente de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en las paredes, techos, suelos, y muebles para así evitar los reflejos, evitar fuertes contrastes de luminancia entre la tarea visual y el fondo o cuidar la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

Lámparas:

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz, para su selección en cada caso serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del área a iluminar, ámbito de uso y potencia de la instalación).

Características y propiedades de las lámparas:

Vida o duración: es el tiempo, medido en horas de funcionamiento, que transcurre hasta que una fuente de luz es considerada inútil según un determinado criterio. En general se definen dos tipos de duración:

Vida media: Se considera que la fuente de luz es inútil cuando deja de funcionar. La vida media se determina mediante ensayos de duración, por lotes de lámparas, asignando el valor de vida media al número de horas de funcionamiento hasta que a producido el 50% de fallos en el lote.

Vida útil: Se considera que la fuente de luz es inútil cuando, a pesar de seguir en funcionamiento, no satisface algún requisito de prestaciones, como por ejemplo el mantenimiento de un nivel determinado de flujo luminoso.

En la práctica, los fabricantes de lámparas suelen ofrecer datos de vida útil referida al número de horas de funcionamiento, hasta que el flujo luminoso emitido por la lámpara se reduce al 80% de su valor inicial.

Propiedades del color.

- Las fuentes luminosas tienen dos cualidades que definen las propiedades del color:
- La apariencia del color de la fuente, es decir, el color que presenta la propia fuente de luz.
- La reproducción cromática obtenida con una fuente de luz determinada, o lo que es lo mismo, como son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esa fuente de luz.

Sin embargo, aún dependiendo ambas de la composición espectral, la apariencia del color y la reproducción cromática son, en determinados casos, independientes, de tal modo que conocida una de ellas, no se puede asegurar nada sobre la otra; por ejemplo, dos lámparas de descarga con una apariencia de color muy similar pueden ocasionar reproducciones de color muy diferente.

Temperatura del color.

La mayoría de los cuerpos, calentados hasta una temperatura suficientemente alta, emiten una luz rojiza y, a medida que la temperatura aumenta, la luz emitida se va haciendo más blanca. Este fenómeno que es válido para las emisiones de luz por termoradiación, que establece una relación entre la temperatura de la fuente de luz y su apariencia de color.

El parámetro que caracteriza la tonalidad de la luz emitida recibe el nombre de temperatura del color.

La temperatura de color de una fuente de luz se determina por comparación con una fuente patrón. Para las lámparas que basan su funcionamiento en la termorradiación, la fuente patrón es una lámpara con unas características de emisión próximas a las del cuerpo negro o radiador integral.

La equivalencia práctica entre apariencia del color y temperatura de color, se establece convencionalmente según la siguiente tabla:

Tabla 1.8. Relación entre Apariencia y Temperatura del Color.

Apariencia del color	Temperatura de color(°K)
Cálida	< 3.300
Intermedia	3.300-5000
Fría	> 5.000

Hay dos aspectos en los que juega un papel decisivo la temperatura de color, que son:

La utilización simultánea de fuentes de luz con temperaturas de color diferentes, está totalmente desaconsejada puesto que causa perturbaciones visuales, debidas en particular a la adaptación cromática del ojo.

Según aumenta el nivel de iluminación, también debe aumentar la temperatura de color. La experiencia demuestra que con iluminancias bajas se prefieren fuentes de luz cálidas. También en este sentido juega un papel importante el clima; así por ejemplo, en los países cálidos suelen ser preferidas las lámparas de apariencia de color fría.

Índice de rendimiento del color: El índice de reproducción cromática (IRC), caracteriza la capacidad de reproducción cromática de los objetos iluminados con una fuente de luz.

El IRC ofrece una indicación de la capacidad de la fuente de luz para reproducir colores normalizados, en comparación con la reproducción proporcionada por una luz patrón de referencia.

Convencionalmente el IRC varía entre 0 y 100 pero no es un porcentaje de fiabilidad de reproducción de cada uno de los colores, sino una cifra de mérito global que se obtiene como promedio de las reproducciones efectuadas de los colores de la muestra. Así por ejemplo, dos lámparas de descarga pueden tener un mismo IRC, y sin embargo reproducir de modo muy distinto un determinado color.

En la siguiente tabla se especifican los índices de rendimiento de color mínimos de las fuentes de luz expresados por grupos de calidad según la C.I.E.

Tabla 1.9: Índices de rendimiento.

Grupo de rendimiento de color	Valores extremos IRC
1	≥ 85
2	70-85
3	≤ 70

Luminarias:

Las luminarias son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta. Su elección estará condicionada por la lámpara utilizada y su entorno de trabajo. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. Las forma y tipo de luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Las luminarias para las lámparas de descarga a alta presión son utilizadas generalmente para colgar a gran altura (industrias, grandes naves con techos altos, avenidas y calles, autopistas) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para Pequeñas alturas.

Antiguamente las luminarias se clasificaban según las denominaciones Cut-off, semi cut-off y non cut-off, ver tabla 1.10.

Tabla 1.10: Clasificación para luminarias de alumbrado público (CIE 1965).

	Máximo valor permitido de la intensidad emitida para un ángulo de elevación		Dirección de la intensidad máxima
	80 °	90 °	
Cut-off	≤ 30 cd /1000 lm	≤ 10 cd /1000 lm	$\leq 65^\circ$
Semi cut-off	≤ 100 cd /1000 lm	≤ 50 cd /1000 lm	$\leq 75^\circ$
Non cut-off	> 100 cd /1000 lm	> 50 cd /1000 lm	$\leq 90^\circ$



Figura 1.5: Cut-off (Oculta).



Figura 1.6: Semi cut-off (Semi oculta).



Figura 1.7: Non cut-off (No oculta).

En la actualidad, las luminarias se clasifican según tres parámetros (alcance, dispersión y control) que dependen de sus características fotométricas. Los dos primeros nos informan sobre la distancia en que es capaz de iluminar la luminaria en las direcciones longitudinal y Transversal respectivamente.

Mientras, el control nos da una idea sobre el deslumbramiento que produce la luminaria a los usuarios.

El alcance es la distancia, determinada por el ángulo γ_{MAX} , en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección longitudinal. Este ángulo se calcula como el valor medio entre los dos ángulos correspondientes al 90% de I_{MAX} que corresponden al plano donde la luminaria presenta el máximo de la intensidad luminosa.

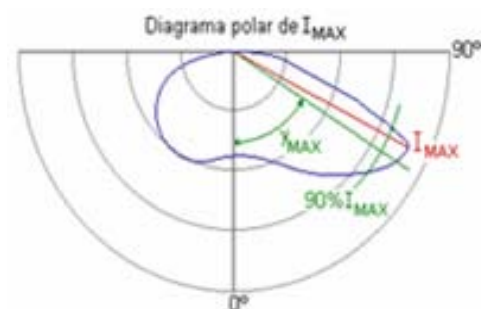


Figura 1.8: Alcance longitudinal.

Tabla 1.11: Alcance de las luminarias.

Alcance corto	$\gamma_{\text{MAX}} < 60^\circ$
Alcance intermedio	$60^\circ \leq \gamma_{\text{MAX}} \leq 70^\circ$
Alcance largo	$\gamma_{\text{MAX}} > 70^\circ$

La dispersión es la distancia, determinada por el ángulo γ_{90} , en que es capaz de iluminar la luminaria en dirección transversal a la calzada. Se define como la recta tangente a la curva isocandela del 90% de I_{MAX} proyectada sobre la calzada, que es paralela al eje de esta y se encuentra más alejada de la luminaria.

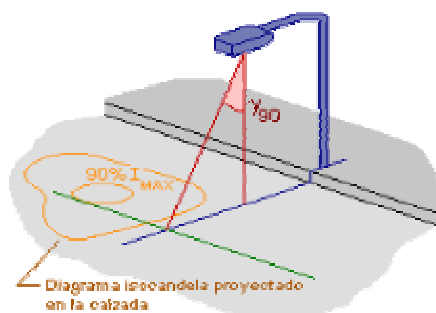


Figura 1.9: Dispersión Transversal.

Tanto el alcance como la dispersión pueden calcularse gráficamente a partir del diagrama isocandela relativo en proyección azimutal.

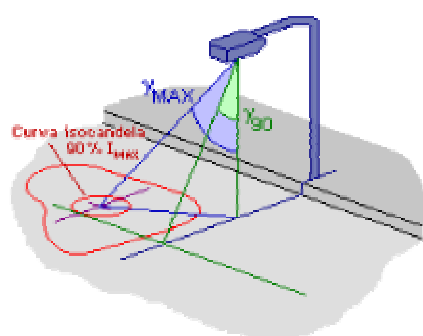
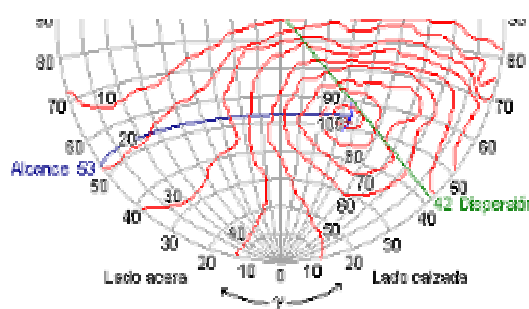


Figura 1.10: a) Alcance y dispersión

b) Método gráfico para calcular el alcance y la Dispersión.



Por último, el control nos da una idea de la capacidad de la luminaria para limitar el deslumbramiento que produce.

Tabla 1.13: Control de las luminarias.

Control limitado	$SLI < 2$
Control medio	$2 \leq SLI \leq 4$
Control intenso	$SLI > 4$

Donde la fórmula del SLI (índice específico de la luminaria) se calcula a partir de las características de esta.

Diseño de luminarias.

Las luminarias abiertas y ventiladas han remplazado ampliamente al tipo no ventilado. En las ventiladas, la suciedad se va acumulando sobre la lámpara y el reflector mucho más despacio, debido a las corrientes de aire creadas por el calor de la lámpara. Este tipo se recomienda para toda clase de aplicaciones en lugares de gran altura, excepto para aquellos en que el aire este fuertemente cargado de polvo o los humos puedan atacar al

reflector. En estas zonas se deberán usar siempre luminarias de "servicio duro" cerradas. Como las zonas de techo alto pueden ser anchas o estrechas y la tarea visual puede variar desde horizontal a vertical; las luminarias directas o semidirectas que se usan generalmente se clasifican por la distribución de su componente directo según la relación permisible entre la separación y altura de montaje.

Disposición de las luminarias en la vía.

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía.

Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los **tramos rectos de vías con una única calzada** existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas. Ver Fig. 1.11.

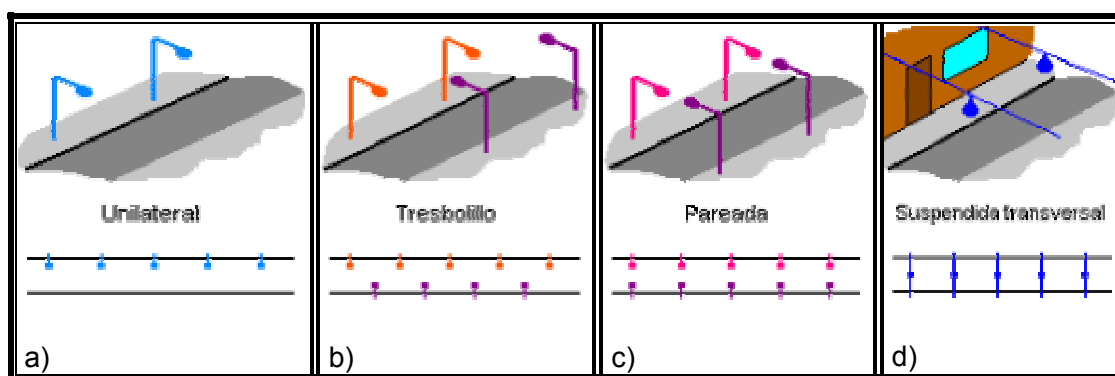


Figura 1.11: Disposición de las luminarias tramos rectos de vías con una única calzada.

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

Tabla 1.14: Relación entre la disposición de las luminarias y A/H.

	Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje
Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

En el caso de **tramos rectos de vías con dos o más calzadas** separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.

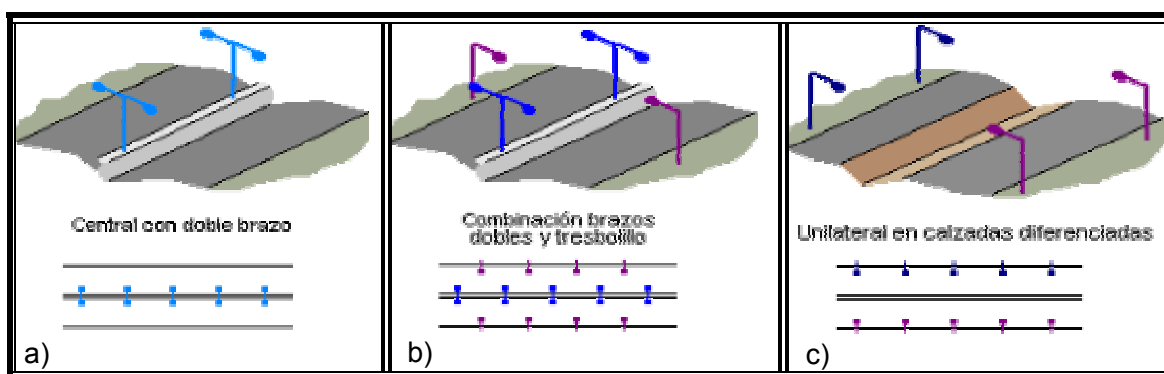


Figura 1.12: Disposición de las luminarias tramos rectos de vías con dos o más calzadas.

En **tramos curvos** las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ($R > 300$ m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera., ver tabla 1.15.

Tabla 1.15: Relación entre el radio de la curva y la disposición de las luminarias.

R > 300 m	Asimilar a un tramo recto	
< 300 m	A/H < 1.5	Unilateral exterior
	A/H > 1.5	Bilateral pareada

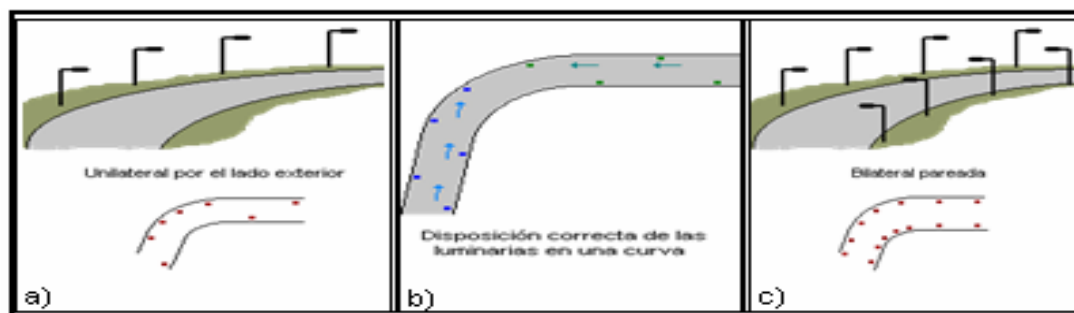


Figura 1.13: Disposición de las luminarias tramos curvos.

En **cruces** conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

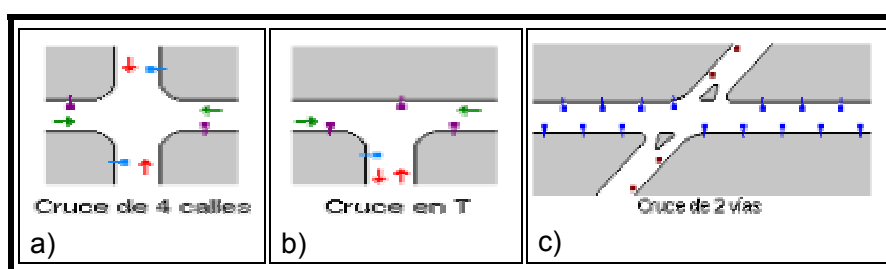


Figura 1.14: Disposición de las luminarias en cruces.

En las **plazas y glorietas** se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación será por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen

cuando abandonen la plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo.

En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta.

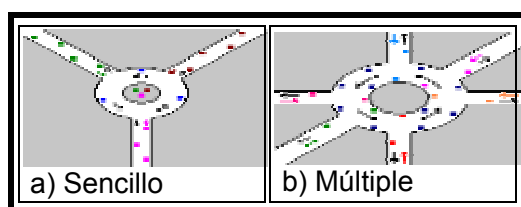


Figura 1.15: Disposición de las luminarias en plazas y glorietas.

En los **pasos de peatones** las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.

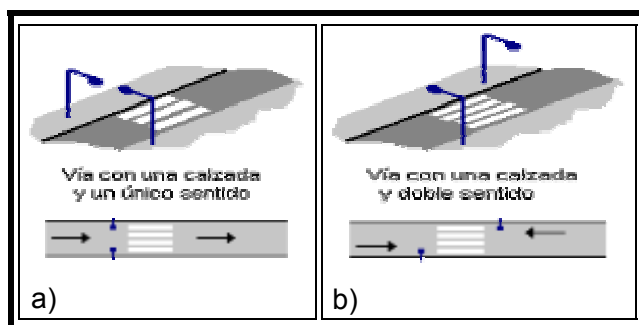


Figura 1.16: Disposición de las luminarias en pasos de peatones.

Por último, hay que considerar la **presencia de árboles en la vía**. Si estos son altos, de unos 8 a 10 metros, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeños, las farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

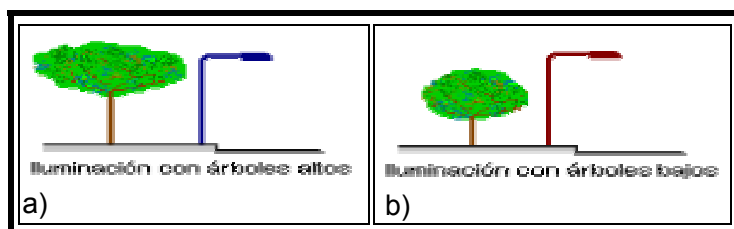


Figura 1.17: Disposición de las luminarias con presencia de árboles en la vía.

Selección de conductores de alumbrado.

Introducción.

Los conductores eléctricos constituyen el medio físico para el transporte de la energía eléctrica.

La selección adecuada de los conductores es un paso fundamental en el diseño de las instalaciones eléctricas.

La capacidad de corriente de un conductor es la máxima corriente que puede transportar continuamente el conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio. La capacidad de transporte de corriente de los conductores está definida por los siguientes factores:

- Características de fabricación de los conductores.
- Condiciones físicas y ambientales de operación de la instalación.

Característica de fabricación.

Las características de fabricación de los conductores utilizados en instalaciones eléctricas a considerar en su selección son:

1. El material del conductor.
2. La sección transversal del conductor.
3. El material de recubrimiento del conductor.

Material del conductor.

Los conductores de cobre se emplean en todo tipo de instalación interior o exterior. Los conductores de aluminio se emplean generalmente en instalaciones exteriores. En razón de los altos precios que han adquirido los conductores de cobre y la necesidad de implementar soluciones más económicas para los conductores de las instalaciones eléctricas, se propone hoy en día la utilización de conductores de aluminio para instalaciones eléctricas interiores y en todas aquellas aplicaciones en las cuales las condiciones ambientales no sean una limitante para su utilización.

Sección transversal del conductor.

Expresada en valores normalizados y comerciales, en milímetros cuadrados o en valores americanos AWG. Las secciones típicas son:

- La sección circular.
- La sección en barra o platina.
- La sección cilíndrica-hueca.

Material de recubrimiento del conductor.

La gama de recubrimientos de los conductores es muy amplia y abarca desde la ausencia de recubrimiento para los denominados conductores desnudos, hasta recubrimientos de composición simple o de composición compuesta. Unos y otros pueden ser aislantes o conductores de la electricidad y/o del calor.

Entre los recubrimientos aislantes se destacan por sus múltiples aplicaciones, los aislantes a base de caucho, designados con la letra R, y los aislantes a base de materiales termoplásticos designados con la letra T.

Entre los cables con recubrimientos metálicos se encuentran:

- con cubierta Cables con aislante mineral y recubrimiento metálico Tipo MI.
- Cables blindados Tipo AC.
- Cables metálica Tipo MC.

Cables con aislante mineral, tipo MI.

Están definidos en la Sección 330 de la NTC 2050, como un cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados por un material refractario de alta compresión y encerrado en un blindaje continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases.

Las aplicaciones más importantes de este tipo de cables son las instalaciones de acometidas, alimentadores, circuitos ramales, fuerza, alumbrado, mando, control y señalización; a la vista u ocultos; bajo yeso, concreto, tierra o ladrillo; expuestos a aceite o gasolina; en lugares mojados, lugares húmedos y lugares clasificados peligrosos descritos

en el Capítulo 5 de la NTC 2050. La sección del conductor se calcula mediante la siguiente formula.

Dado la ecuación:

$$P = I * U * \cos \theta \quad (1.1)$$

Donde:

P-Potencia instalada (w)

U-Tensión nominal (V)

I-corriente en la carga (A)

Cos θ que se utiliza un valor de 0.85

De la ecuación antes mencionada teniendo los valores de P, U se despeja la I la cual la utilizaremos en la selección del conductor.

Después de calculada la I que demanda la carga se tiene que:

$$Se = \frac{I}{Je} \quad (1.2)$$

Se → Sección del conductor

Je → densidad económica de la corriente, la cual depende del metal del conductor y el número de horas de utilización de la carga máxima.

Selección de transformador de alumbrado.

En los sistemas de suministro eléctrico la potencia de los transformadores debe garantizar en condiciones normales la alimentación de todos los consumidores o receptores. En la selección de la potencia se debe tratar de obtener tanto el régimen de trabajo económicamente útil, como la alimentación de reserva de los consumidores .la potencia del transformador debe garantizar la demanda indispensable de potencia durante el período posterior a la desconexión de un transformador averiado, en dependencia de los requerimientos presentados por los consumidores de acuerdo a su categoría.

Para la selección del transformador es necesaria la capacidad de sobrecarga que presenta el mismo de acuerdo al gráfico de carga, lo que se derivan las sigtes ecuaciones:

$$K_{II} = \frac{S_{Medis}}{S_{Máx}} \quad (1.3)$$

$$S_{ap} = S_N * (1 - K_{II}) * 0,3 \quad (1.4)$$

Pérdidas de energía del transformador.

En condiciones de operación se debe prever el régimen de trabajo económico de los transformadores. El número de transformadores conectados en cada momento debe ser el que proporcione el mínimo de pérdidas, para un gráfico de carga determinado. Para ello no deben ser consideradas solamente las pérdidas de potencia activa en los propios transformadores, sino también las pérdidas de potencia activa que aparecen en el sistema (desde los generadores hasta la subestaciones) debido a los requerimientos de potencia reactiva de los transformadores. A diferencia de las pérdidas del propio transformador, a estas se les denomina referidas y se determinan por la expresión:

$$\Delta P'_T = \Delta P'_{SC} + k_C^2 * \Delta P'_{CC} \quad (1.5)$$

Donde:

$$\Delta P'_{SC} = \Delta P_{SC} + k_{ip} * \Delta Q_{SC} \quad (1.5) \quad \Delta P'_{CC} = \Delta P_{CC} + k_{ip} * \Delta Q_{CC} \quad (1.7)$$

$$\Delta Q_{SC} = S_N * (I_{SC} \% / 100) \quad (1.6) \quad \Delta Q_{CC} = S_N * (V_{CC} \% / 100) \quad (1.8)$$

$$k_C = S_C / S_N \quad (1.9)$$

Caída de voltaje en alumbrado viario.

En las instalaciones de alumbrado exterior, suele ser determinante el criterio de la caída de tensión. La limitación del 4% como máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y el punto más alejado, se debe a que las caídas de tensión debe permitir siempre el encendido y funcionamiento correcto de las lámparas de descargas, respetando la ejecución de los cálculos de caída de tensión siempre que compruebe la alimentación de los puntos de luz y las intensidades en los tramos con mayor carga. En los circuitos trifásicos se debe repartir los puntos de luz entre las tres posibles fases de la forma mas equilibrada posible, conectando por ejemplo alternamente en cada fase.

Dada por:

$$\Delta U = \frac{P * r + Q * x}{U_n} * l \quad (1.10)$$

Eficiencia energética en el alumbrado.

En las instalaciones de alumbrado público en general y siempre que es posible se proyectaran con dispositivos o sistemas para regular el nivel de luminoso mediante por

ejemplo balasto series de tipos inductivos para darles niveles de potencia, reguladores, estabilizadores en cabecera de línea o balasto electrónico para darle nivel de potencia.

Para el establecimiento del porcentaje ahorro energético y la elección en cada caso del sistema idóneo deberá considerarse las variaciones de tensión en la red. Sus características, tipos de lámparas a utilizar y en el caso de las instalaciones existentes, el estado de las líneas eléctricas de alimentación de los puntos de luz secciones, caída de tensión equilibrio de fases, armónicos etc.

En las vías de tráfico, zonas peatonales, plazas etc, podran reducirse los niveles luminosos a ciertas horas en la noche, siempre que quede garantizada la seguridad de los usuarios. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad del tráfico y para el movimiento peatonal.

En puntos concretos con elevados porcentajes de accidentalidad nocturna, zonas peatonales con riesgo considerable de criminalidad, se recomienda por razones de seguridad no llevar a cabo variaciones temporales de los niveles de iluminación. Otro método para obtener ahorro energético en instalaciones de alumbrado consiste en establecer correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones disponiendo de relojes capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales, o anuales.

1.5 Conclusiones

Durante el transcurso del presente capítulo se ha explicado de manera general todo lo relacionado con los tipos de lámparas, sistemas de alumbrado características de los sistemas de encendido, conductores, transformadores que se utilizan en la actualidad en el alumbrado viario. Además se aborda los importantes temas de caída de tensión y de eficiencia energética en el alumbrado logrando así un enfoque demostrativo en el tema a mostrar.



CAPITULO II

Caracterización de los Sistemas de Alumbrado Vial

Introducción.

Caracterización de los sistemas de alumbrado viario que se utilizan en la Actualidad.

Características técnicas de los elementos a utilizar en el alumbrado actual

Caracterización del sistema de alumbrado viario de Moa.

Conclusiones.

2.1 Introducción

En el presente capítulo haremos referencia a la utilización de las lámparas con diodos led en el alumbrado exterior. Se mostrarán las características de las lámparas y elementos a utilizar en el alumbrado viario. Además se hará la caracterización del sistema de alumbrado viario del municipio Moa, donde se tomarán tres ejemplos para mostrar como se realiza los cálculos de los centros de cargas. Se expondrán de softwares profesionales para mostrar los niveles de iluminación de las calles escogidas.

2.2 Caracterización de los sistemas de alumbrado viario que se utilizan en la Actualidad.

En iluminación, hoy en día decir que no basta con iluminar es una obviedad. El bienestar y la riqueza de nuestras sociedades permite destinar recursos a la relación con todos los posibles usuarios: técnicos, instaladores y sobre todo ciudadanos. La eficiencia energética, la contaminación lumínica, la estética, nuevas posibilidades Concepto Led.

Todos somos conscientes de la enorme evolución tecnológica que ha experimentado la humanidad en el pasado siglo XX. La continua mejora en las comunicaciones sociales y políticas entre los diferentes pueblos y naciones ha sido crucial en la consolidación de la cada vez más influyente globalización de los mercados. Una consecuencia de esto es que la competencia aumenta, constituyendo cada vez más una amenaza, y por

lo tanto un reto, para la industria su uso son variables, ya tan importantes, como el hecho de poner luz.

Por todo lo anterior, y como ha sido, es y será, la innovación en productos y servicios es vital para el continuo desarrollo industrial de los países más desarrollados. Es además lo que nos permite hacer frente a la amenaza del creciente desarrollo industrial de las economías emergentes.

En el sector de la iluminación, las directrices en innovación han sido tradicionalmente marcadas por la evolución tecnológica de las lámparas o fuentes de luz, en manos de grandes multinacionales que dominan el mercado. A modo de ejemplo, podemos destacar cómo la reducción en el diámetro de las lámparas fluorescentes ha dado lugar a multitud de innovadores diseños y aplicaciones, o como la evolución de las lámparas de descarga, también hacia menores tamaños y luz más blanca, han permitido diseñar luminarias más compactas y eficaces.

Las lámparas son también las que se desarrollan para un mercado objetivo, define el tamaño y forma de los sistemas ópticos. y estos puestos que la mayoría de los fabricantes De luminaria no tienen capacidad para desarrollar y fabricar sus propias lámparas, la aparición de una nueva es motivo suficiente para que desarrollen una luminaria específica para ella. El resultado es que su capacidad de innovar está sujeta, en buena medida a la voluntad de los fabricantes de lámparas.

Pues bien, este condicionante a la innovación en el sector puede ser muy diferente en el siglo XXI. La enorme evolución que ha experimentado el LED de alta potencia en los últimos 5 años es una pequeña pero muy intensa fuente de luz en el horizonte para los fabricantes de luminarias. Una luz que representa una esperanza de independencia frente a los grandes fabricantes de lámparas, ofreciendo una infinidad de posibilidades de creación de productos, aplicaciones y servicios.

El LED supone un cambio radical en la concepción del producto: en sus características técnicas, en los modos de fabricación, en su estética, en la forma de ofrecer una solución de iluminación al cliente y, el impulso inicial necesario para desarrollar la luminaria con concepto LED.

La dispersión nos permite innovar en diseño estético y conceptual y posibilita la creación de nuevas aplicaciones. La concentración hace posible un control sobre la luz inalcanzable con las lámparas convencionales, lo que representa eficiencia energética.

Concepto LED supone un esfuerzo en investigación aplicada, convencidos de las posibilidades reales de los LED en iluminación. Es el resultado de una forma de trabajo donde los planteamientos técnicos y funcionales corren paralelos bajo un lema común: “la coherencia”.

La luminaria de alumbrado exterior contiene 80 led de alta potencia de luz blanca Luxeon III, con una capacidad de iluminación con led inédita hasta el momento. El cuidado sistema óptico produce un rendimiento luminoso de la instalación que duplica los valores alcanzables con la configuración de reflector+lámpara convencional en una instalación vial tipo. Un cuidado sistema disipador de calor garantiza una temperatura de funcionamiento de los leds que reduce el coste de mantenimiento de la luminaria en un factor 10, comparado con el de una luminaria equivalente con lámpara de descarga de luz blanca. Concepto de LED es el primer desarrollo del grupo INDAL para introducir en la calle la tecnología que representará la innovación en iluminación durante el siglo XXI.



Figura 2.1: Lámpara con diodos LED.

A Continuación mostraremos la más moderna lámpara utilizada en el alumbrado viario actual.

FURYO.

Lo máximo en cuanto a prestaciones y ahorro.

Creador de luminarias de tecnología punta, el Grupo Schröder lanza una nueva luminaria inspirada, como siempre, en nuestra voluntad de proponer.

Una solución que permita una iluminación justa.



Figura 2.2: Esquema de la lámpara de FURYO

La luminaria FURYO es el resultado de una investigación a fondo y es la luminaria del futuro. Combina una tecnología avanzada, unos materiales duraderos y un diseño futurista. Su concepción permite lograr una reducción del consumo de energía, del mantenimiento y del material utilizado.

Más luminancia.

La luminaria FURYO está equipada con una nueva generación de reflectores multi-capas High Reflect HiR®, ¡Una primicia mundial para el alumbrado público! Estos nuevos reflectores presentan un coeficiente de reflexión del 95%. El incremento de la luminancia puede llegar al 10%. Además, permiten una iluminación justa y ofrecen reparticiones luminosas adaptadas al lugar a iluminar.

Menos energía.

La luminaria FURYO puede ir equipada de lámparas miniaturizadas como la Cosmópolis. La geometría del quemador y la concepción del casquillo de la lámpara permiten un posicionamiento más preciso. Estas lámparas producen una luz blanca más adaptada a una mejor visibilidad. Con un equipo electrónico de mejor rendimiento, la potencia de estas lámparas podrá ajustarse de forma precisa e individualizada por telegestión.

Este ajuste preciso del flujo luminoso a las necesidades reales determinadas por las características de reflexión de la calzada ofrece una fuente de ahorro suplementaria. Sin embargo, los equipos electrónicos son particularmente sensibles al aumento de la temperatura. Schröder innova al separar el compartimiento de los auxiliares del compartimiento de la lámpara para reducir la temperatura en el seno del compartimiento de los auxiliares.



Figura 2.3: Porta lámpara.

Menos mantenimiento.

FURYO está hecha de materiales nobles, cuerpo de aleación de aluminio y protector de vidrio. El vidrio goza de un tratamiento autolimpiante que reduce la suciedad del exterior. Esta suciedad puede ser responsable de cerca del 8% de la depreciación luminosa si el alumbrado se limpia cada 2 años, y mucho más si nunca se limpia. El tratamiento autolimpiante convierte a la superficie del vidrio en hidrófila, lo que significa que la lluvia se extiende en forma de una película de agua, en lugar de gotas. Esto elimina los residuos descompuestos por los rayos UV de la luz del día. El vidrio autolimpiante unido al sistema Sealsafe® IP 66 permite conseguir un factor de mantenimiento próximo a 1.

La simplificación del mantenimiento es otra característica innovadora de FURYO. Una palanca integrada en el capó de Furyo permite acceder directa y rápidamente a la lámpara con un simple movimiento. La seguridad está garantizada gracias al corte inmediato de la alimentación eléctrica. Este acceso directo, asociado a un sistema de doble junta labiada, garantiza la característica Sealsafe® IP 66 de la luminaria.

La mejor opción.

La luminaria FURYO se presenta en 2 tamaños, y con la nueva familia de columnas y brazos Flo se integra fácilmente en cualquier entorno urbano y de carretera. FURYO es la herramienta más lograda que Schröder propone en cuanto a ahorro de energía, mantenimiento de las prestaciones y calidad de materiales. La combinación de las diferentes ventajas tecnológicas de FURYO y MEMPHIS puede, en determinados casos de aplicación, reducir el consumo de energía en un 40%. El estudio de su proyecto permitirá garantizar la seguridad y determinar con precisión la cantidad de energía eventualmente ahorrada.



Figura 2.4: Conexión de la luminaria.

2.2.1 Características técnicas de los elementos más utilizados en el alumbrado viario actual.

Luminarias Para vías Urbana.

Además al permitir la supervisión y seguridad de las vías, se promueve su uso. Una instalación de alumbrado público crea un ambiente que permite una visibilidad clara e identificación precisa de las personas y objetos en las vías transitadas. Esto trae consigo una reducción en los accidentes vehiculares y/o peatonales durante las horas nocturnas. Comercial e industrial de durante las noches.

Nuestras luminarias para vías urbanas.

- **Cut-Off**
- **OB 15-M**

- **OB 15-T**
- **Super 15**
- **Urbalite**

CUT-Of. ®

Diseñada para en zonas urbanas donde es importante una iluminación de alta eficiencia y calidad.

Características principales.

Eficiencia del flujo 81% de luz dirigida, lograda gracias al sistema óptico de reflexión Bekolite hidroformado de una sola pieza. El efecto de CUT-off controla la dirección de la luz y evita el deslumbramiento. Esto permite mejor visibilidad, el reflector más eficiente que existe en el mercado, siendo hasta un 20% más eficiente.



Figura 2.5: luminaria CUT –OFF

Resistencia contra el vandalismo gracias a su cristal plano termo templado de 5 mm, broches de seguridad y la alta resistencia mecánica del cuerpo hidroformado de una pieza. No cuenta con uniones o ensambles que debiliten la pieza. Su diseño asegura su fácil mantenimiento. Ligero en peso.

El sistema de fijación es a base de una pieza de giro que permitir ajustarse según el ancho de la calle en incrementos de 15 grados. Equipada con Balastra Bekolite A solicitud con receptáculo tipo NEMA para fotocontrol. Capacidad máxima para

lámparas: 400 W mercurio, sodio o aditivos metálicos. Alturas recomendadas de montajes de 6 a 12 metros, dependiendo del ancho de calle y separación interpostal

Nuestra luminaria más reciente.

OB 15-M ®

Pequeño, ligero, eficiente y económico. Ideal para calles principales y secundarias.

Características principales:

Su alta eficiencia es lograda gracias al sistema óptico de reflexión Bekolite.



Figura 2.6: luminaria OB 15-M

Alta resistencia mecánica debida a la integridad del cuerpo hidroformado de una sola pieza de aluminio.

Incluye refractor de acrílico prismático de alta eficiencia. Equipada con Balastra Bekolite . A solicitud equipada con receptáculo NEMA para fotocontrol. Máximo ancho de calle 8 m, dependiendo de la capacidad de la lámpara utilizada y altura de montaje. Separación interpostal hasta 3.5 veces su altura de montaje. Altura de montaje recomendada de 5 a 8 m. Capacidad máxima para lámparas de 150 W sodio de alta presión.

OB 15-T ®

Diseñada para integrarse a zonas urbanas.

Características principales:

Eficiencia del flujo luminoso al piso 78% logrado gracias su sistema óptico. Cuerpo y reflector contruidos con aluminio a presión, resistentes a impactos. Súper ligero.



Figura 2.7: luminaria OB-15T

Broche de seguridad de acero inoxidable a prueba de vibración. Equipada con Balastra Bekolite con una vida probable de 10 años. A solicitud equipada con receptáculo tipo NEMA para fotocontrol. La Altura de montaje recomendada de 5 a 10 metros, dependiendo de la capacidad de la lámpara utilizada y separación interpostal. Capacidad máxima para lámparas de 100 W o 250 W de sodio de alta presión o 175 W aditivos metálicos (con refractor de alta eficiencia de acrílico prismático). Para lámparas de 250 W recomendamos refractores de cristal borosilicato.

Súper 15 ®

Para zonas urbanas, vías rápidas y secundarias, estacionamientos, áreas similares. El primer luminario hidroformado de una pieza en el mercado. Luminaria integrada donde el reflector y cuerpo envolvente son la misma pieza. Su sistema de reflexión está diseñado a base de una matriz de prismas y esferas reflectoras que utilizan el 100% de la superficie reflectora.

Características principales.



Figura 2.8: luminaria SUPER 15

Resistencia contra el vandalismo gracias a sus cristales planos termo templados de 4 mm, broches de seguridad y la Alta Resistencia mecánica del cuerpo hidroformado de una pieza. Equipada con Balastra Bekolite .A solicitud equipada con receptáculo tipo NEMA

para fotocontrol. Altura de montaje recomendada de 5 a 10 metros, dependiendo de su separación interpostal. Máximo ancho de calle 10 metros, dependiendo de la altura de montaje.

Urbalite ®

Diseñada para integrarse a zonas urbanas.

Características principales.

Eficiencia total del flujo luminoso al piso 64% logrado gracias al sistema óptico tipo CUT-off de reflexión Bekolite.



Figura 2.9: luminaria URB

Resistencia contra el vandalismo gracias a sus cristales planos termo templados de 4 mm, broches de seguridad y la alta resistencia mecánica del cuerpo hidroformado de una pieza. Equipada con Balastra Bekolite con una vida probable de 10 años. A solicitud equipada con receptáculo tipo NEMA para fotocontrol. Capacidad máxima para lámparas de 250 W mercurio, sodio y aditivos metálicos. Altura de montaje recomendada de 5 a 9 metros, dependiendo de la capacidad de la lámpara utilizada y separación interpostal.

Lámparas:

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz, para su selección en cada caso serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación.

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

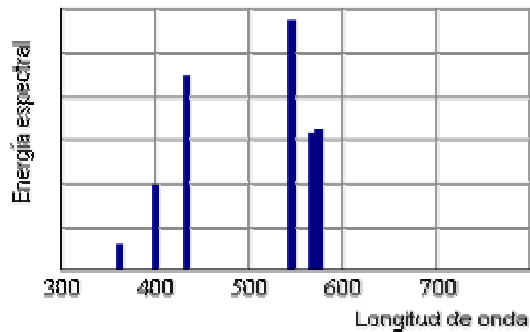


Figura 2.10: Espectro de emisión sin corregir.

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

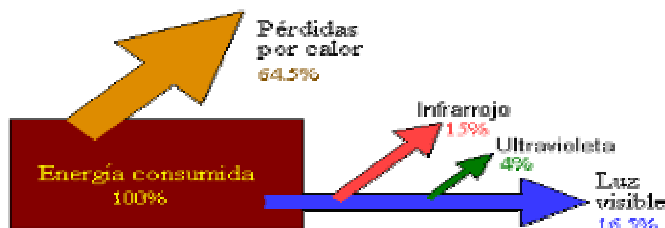


Figura 2.11: Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión.

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de

elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los

Electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

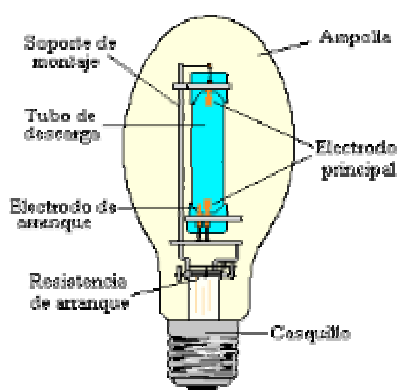


Figura 2.12: Lámpara de mercurio a alta presión.

Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

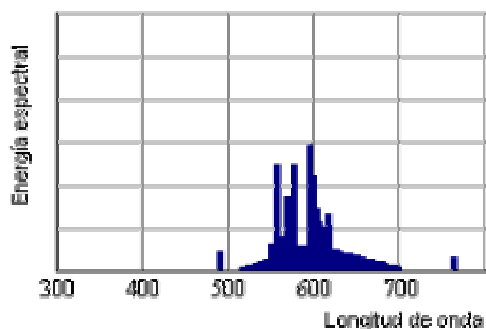


Figura 2.13: Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{color} = 2100\text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($IRC = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80).

No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

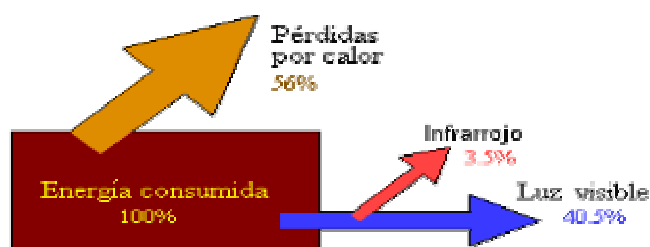


Figura 2.14: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas ($1000\text{ }^{\circ}\text{C}$), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

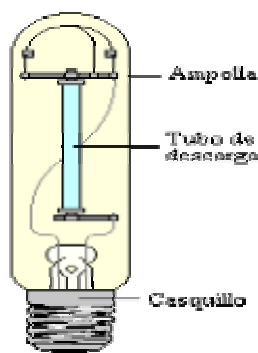


Figura 2.15: Lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

Lámparas con halogenuros metálicos.

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

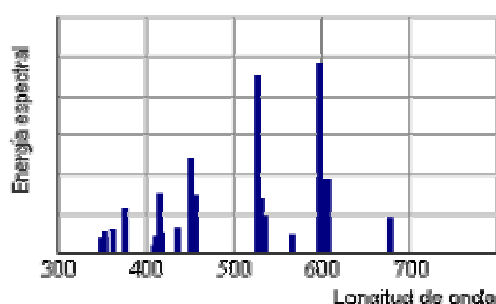


Figura 2.16: Espectro de emisión de una lámpara con halogenuros metálicos.

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

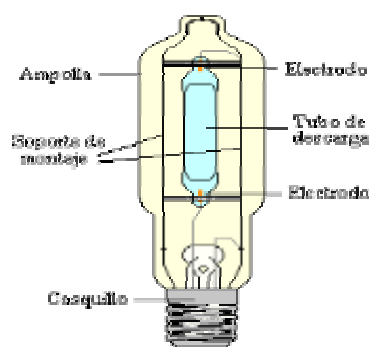


Figura 2.17: Lámpara con halogenuros metálicos.

Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

Tabla 2.1: Características de las lámparas.

Características	Incand.	Mixta	Mercurio	Sodio
Eficiencia (Lm/W)	8 a 17	20 a 30	36 a 63	140
Vida útil (hrs.)	1000-6000	12000-15000	24000	24000
Tiempo Encendido	Instantáneo	0 - 3 min.	5 a 7 min.	3 a 4 min.
Tiempo Reencendido	Instantáneo	5 min.	3 a 6 min.	0 a 1 min.
Posición Funcional	Universal	Según fabrica.	Universal	Universal
Temp. De Color (° K)	2600-2800	3000-4000	4000-4500	2100
Color	Blanco Cálido	B. Combinado	Blanco	Amarillento
Ra (%)	100%	50-60	48 - 50	25
Formas de bulbo	Esférico	Ovoide	Ovoide	Ovoide, tubular
Utilización	Calles	Calles-Parques	Vial, industrial	Vial, industrial
Potencias (W)	150-200-300	160-500	175-250-400	100-150-250-400
Flujos (Lm)	1750-6000	3100-14000	8600-23000	9000-48000
Pérdida de flujo (%)	20	30	30	20
Intensidad de arranque	$I_o = I_n$	$I_o = 1,5I_n$	$I_o = 1,3I_n$	$I_o = 1.2 I_n$

- **Estructuras: (postes y brazos)**

Tabla 2.2: Características generales (postes).

Postes de Hierro	Utilización
Hexagonal 3,6 mt	Plazas y parques
Hexagonal 5,8 mt	calles - Barriadas
Hexagonal 7,0 mt	Calles principales-distrib.
Hexagonal 8,0 mt	Avenidas- Autopistas
Hexagonal 9,6 mt	Avenidas- Autopistas

Tabla 2.3: Características generales (brazos)

Brazos	Tamaños
Acero para luminarias Caomas	1 m - 5°
Simple de acero látigo	1.8 m y 2.5 m - 5°
Doble de acero látigo	1.8 m y 2.5 m - 5°
Universal de hierro	1.8 m - 3° y 5°

Las columnas para alumbrado de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) resuelven eficazmente las necesidades de alumbrado en calles, plazas, Urbanizaciones, recintos deportivos, jardines públicos y privados, playas, etc.

Seguridad:

El P.R.F.V. es un material no metálico, aislante, con rigidez dieléctrica superior a 30 Kv/mm., que mejora de forma decisiva la seguridad eléctrica de la instalación en caso de puesta bajo tensión accidental.

Las columnas para alumbrado de P.R.F.V. resisten, sin debilitarse, los ataques de insectos, microorganismos, radiación ultravioleta, ambientes marinos e industriales con elevado contenido en humos, ácidos, álcalis y sales disueltas. Seguridad tanto de la parte vista como de la enterrada si se coloca empotrada en el terreno.

Estética:

Las columnas para alumbrado de P.R.F.V. encajan perfectamente en cualquier ambiente, Realzándolo. Se fabrican en varios colores pigmentadas en la masa. Son de un acabado liso e impermeable a la humedad, que permanece en el tiempo.

Economía:

Por su ligereza, y según su tamaño, pueden ser manejadas manualmente con gran economía de transporte, grúas y medios de descarga y colocación, de los que en muchos casos puede prescindirse.

Las columnas para alumbrado de P.R.F.V. no precisan ningún tipo de mantenimiento, consiguiéndose así una inversión altamente rentable.

Modelos:

Las columnas de P.R.F.V. pueden ir empotradas o ancladas mediante placas en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Independientemente de la forma de anclar la columna al terreno, se consideran dos series diferentes:

- **SERIE TURIA:** diámetro en punta de la columna 60 mm.
- **SERIE SEGURA:** diámetro en punta de la columna 78 mm.

Accesorios:

Como complemento a estas columnas disponemos de diferentes modelos de brazos que permiten la colocación de una o varias luminarias. Asimismo estos brazos están fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio.



Figura 2.18: Brazo simple



Figura 2.19: Brazo doble

Elementos auxiliares

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos auxiliares: cebadores y balastos. Los cebadores o ignitores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido, continúa un período transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal. Los balastos, por contra, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

Características técnicas del ignitor LCR002, utilizado en luminarias híbridas.

El ignitor (arrancador) más utilizado para la conversión a sodio es el LCR002 de la fabrica LCR Electrónica.C.A; este es un ignitor no polarizado que le permite funcionar independientemente del tipo de balasto. Existen otros ignitores como los de Philips que necesitan ser polarizado y su punto de toma es el del propio balasto, este último tiene un diseño especial. Los balastos de mercurio no tienen toma central para ignitores ya que las lámparas de mercurio no utilizan arrancadores para su encendido. Para su conversión a sodio se utilizaran los ignitores no polarizado por lo expuesto anteriormente.

Descripción general

Diseñado para lámparas cuya tensión va desde 100 V hasta 240 V.

- El pulso suministrado es de forma senoidal subamortiguada y su amplitud máxima es de 3.2 kV a 240 V y 2.5 kV a 208 V.
- Pulsos de baja energía.
- Cumple con las normas ANSI, de lámparas de sodio de alta tensión, donde se indica que la tensión pico mínima para el encendido de una lámpara de sodio es de $2225 \pm 20\%$ (ANSI-C78-1356, ANSI C78-1351, ANSI-C78-1350).
- Presenta su propio arrollado de excitación, lo cual le permite funcionar independientemente del tipo de balasto. *Ventajas que presenta.*
- No presenta polaridad.
- Amplio rango de tensión de operación (línea), (195 - 290 Vrms).
- Pulso de baja energía, no se requiere de gran aislamiento dieléctrica para el equipo.
- No requiere de balastos con toma central.
- Usa cualquier tipo de balasto.
- Tamaño reducido.
- Funciona para todo tipo de lámpara de sodio o metal halide
- Vida útil de más de 5 años (50.000 operaciones).

Sistema de encendido y apagado de la instalación.

El ciclo de funcionamiento de las instalaciones de alumbrado viario se puede dividir en tres periodos bien determinados .encendido, apagado y reducción del flujo luminoso .El encendido y apagado de la instalación del alumbrado público en la actualidad se lleva a cabo mediante.

- Interruptor crepuscular: Este sistema se basa en la luminosidad ambiental.
- Interruptor horario astronómico: este sistema se basa en el cálculo de ortos y ocasos en función de la latitud donde se encuentre situada la instalación.

Interruptor crepuscular.

El interruptor enciende lámparas de 220V cuando la iluminación ambiental desciende por debajo de un nivel mínimo, apagándolas cuando vuelve a superarse ese nivel y puede emplearse para iluminación de la vía pública, parques, jardines, vidrieras, etc.

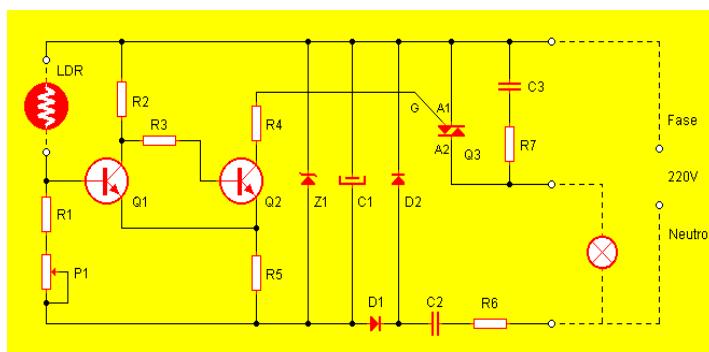


Figura 2.20: Circuito del interruptor crepuscular.

El foto resistor LDR forma un divisor de tensión juntamente con R1 y P1. La tensión resultante se aplica a la base del transistor Q1. Q1 y Q2 constituyen un disparador de Schmitt. En condiciones de iluminación ambiental adecuada el LDR presenta baja resistencia y la tensión en la base de Q1 es alta. Esto mantiene en conducción a Q1 y al corte a Q2. En estas condiciones no hay corriente por el gate del triac Q3 y por lo tanto las lámparas permanecen apagadas. Al descender el nivel de iluminación ambiental el LDR aumentará su resistencia disminuyendo la tensión en base de Q1. Por debajo de cierto nivel de tensión, Q1 pasará al estado de corte y Q2 a conducción. Esto sucederá en forma abrupta (sin estados intermedios) gracias a la realimentación positiva lograda por estar los emisores de ambos transistores interconectados. En estas condiciones circulará corriente por el gate del triac disparándolo y provocando, así, el encendido de las lámparas. Al elevarse nuevamente el nivel de iluminación ambiental, volverá Q1 a conducción y Q2 al corte. Las lámparas se apagarán.

El nivel de iluminación ambiental requerido para el apagado es levemente superior al necesario para el encendido. Esto se debe a la histéresis propia del disparador de Schmitt y se constituye en la garantía de eliminar estados indeseables tales como lámparas semientendidas o parpadeantes. C1, C2, D1 y D2 constituyen la fuente de

alimentación de C.C. la que entrega aproximadamente 12V. Z1 y R6 protegen contra sobre tensiones. Mediante P1 se ajustará el nivel de iluminación para el cual se produzca el encendido de las lámparas.

Notas:

- Es imprescindible que el foto resistor no reciba la luz producida por las lámparas que conmuta el interruptor. En caso de que esto sucediera se producirá un funcionamiento intermitente.
- C3 y R7 son necesarios para encendido de lámparas con balasto (mercurio) o tubos fluorescentes, y pueden eliminarse cuando el interruptor controla lámparas comunes.
- Para cargas superiores a los 400W es necesario colocar un disipador en el triac.

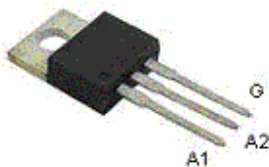


Figura 2.21: Terminales del triac

Otro tipo de interruptor crepuscular es el interruptor fotoeléctrico

Interruptores fotoeléctricos, permiten el control automático de encendido y apagado de la iluminación exterior. Cuando la luz solar es inferior a un nivel ajustable por el usuario, el interruptor activará su relé de salida encendiendo la iluminación (anochece). Cuando la luz solar vuelva a ser superior al nivel ajustado la iluminación se apagará (amanecer). EL sistema dispone de una temporización fija de unos minutos para evitar situaciones anómalas como el paso de nubes, deslumbramiento por faros de coches, etc. Le permitirán activar un gran número de dispositivos alimentados a 220VAC, lámparas de incandescencia, tubos fluorescentes, transformadores ferromagnéticos o electrónicos, pequeños motores.... Según el modelo, pueden controlar cargas de hasta 3000W.



Figura 2.22: Foto celda.

- Este interruptor fotoeléctrico se compone de una célula fotoeléctrica CDS estanca protegida contra la lluvia.
- Adicionalmente la kit incluye una abrazadera que permite su fijación tanto en una pared como en un tubo
- Posibilidad de ajustes mediante potenciómetro la sensibilidad de encendido y apagado del aparato entre 5 y 45 lux.

Nuevos interruptores horarios digitales.



Figura 2.23: Interruptor horario.

- Los nuevos interruptores horarios Alpha Rex facilitan la programación de sus procesos.
- Las programaciones se pueden ejecutar paso a paso en el teclado del interruptor horario, o alternativamente, utilizando una memoria portátil conectada directamente a su computador.
- Multifunción y multiprogramación. Programas diarios de impulso, ciclos aleatorios y para días feriados.
- Programación directa o a través de un computador.
- Programas siempre visibles en pantalla.
- Programación en serie utilizando un solo interruptor horario.
- Disponible versiones programación diaria, semanal, impulsos y astronómico.

Información técnica.

Comodidad y Seguridad. El interruptor calcula diariamente los horarios de puesta y salida del sol. Al horario de puesta del sol el interruptor encenderá la iluminación y en el horario de salida del sol la apaga. Posibilidad de ahorro de energía. Para ahorrar energía, es posible programar apagados y encendidos de la iluminación en horarios nocturnos. Tan flexible como usted lo necesite. Permite encender la iluminación cuando el programa indica ciclo de apagado gracias a la entrada de control.

Alpha Rex.

- Alimentación 230 V~, 50/60 Hz
- Alimentación mínimo entre dos conmutaciones: 1 min
- Precisión del reloj: $\pm 0,2$ seg/día
- Reserva de marcha: 6 años
- Grabación permanente de programas
- Programación diaria o semanal
- Posibilidad de utilizar un solo programa agrupando días: Lun-Dom, Lun-Vie, Sab-Dom.
- Capacidad de 56 programas diarios o semanales o 84 partidas en versión impulso (1)
- Duración impulso regulable: 1 seg. a 59 min 59 seg.
- Opción cambio automático horario invierno/verano
- Memoria portátil permite transferir programas de un interruptor a otro, o mantener una base de datos de programaciones en su PC.

Alpha Rex Astro.

- Alimentación 230V~, 50/60 Hz
- Precisión del reloj: $\pm 0,2$ seg/día
- Reserva de marcha: 6 años
- Permite control de iluminación basándose en el cálculo de los horarios de puesta y salida del sol.
- Grabación permanente de programas

- Posibilidad de utilizar un solo programa agrupando días: Lun-Dom, Lun-Vie, Sab-Dom.
- Opción cambio automático horario invierno/verano
- Memoria portátil permite transferir programas de un interruptor a otro, o mantener una base de datos de programaciones en su PC

Accesorios.

Memoria portátil.

- Permite almacenar y/o transferir programas de un interruptor a otro.
- Al ser utilizado con el adaptador USB la memoria portátil puede ser programada desde una PC

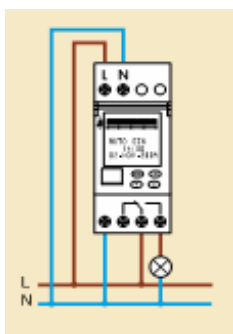
Adaptador USB y software Alpha Rex.

- Permite programar el interruptor desde un PC o leer la información grabada en la memoria portátil desde un interruptor.
- Requerimientos del sistema: Windows® 2000. Windows®XP, Windows® 98 segunda edición. 10 MB de espacio libre en disco duro.

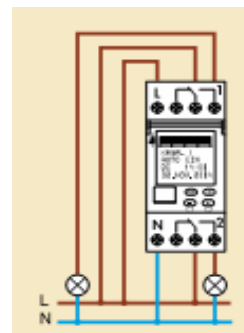


Figura 2.24: Programación Del interruptor.

Diagrama de conexión.



a) Una salida



b) dos salidas

Figura 2.25: Conexión del interruptor.

2.3 Caracterización del sistema de alumbrado del municipio Moa.

El municipio de Moa cuenta con 202 calles secundarias divididas en zonas urbanas y rurales. Muchas de estas calles surgieron con los planes de expansión territorial del municipio a finales de la década de los 80 y principio de los 90 donde no se proyectaron en la mayoría de los casos con alumbrado público. El 90% de estas calles pertenecen a los barrios de edificios multi familiares y periféricos de la ciudad. Las restantes a los poblados rurales del municipio donde se pretende iluminar las calles principales de estos y casos puntuales como consultorios médicos, escuelas, bodegas, círculos sociales. A continuación les mostraremos una tabla con las principales características físicas de las mismas.

Tabla 2.4 con los valores promedios de las dimensiones físicas de las calles a iluminar.

Ancho Promedio de la calzada	Ancho promedio de las aceras	Ancho promedio de las medianas
6,90 a 7,10 metros	1,50 metros	1,40 metros

La forma de tipo de disposición de las luminarias en estas calles es de forma unilateral, donde se puede utilizar de dos variantes la disposición de las luminarias por el secundario en los postes, o por medio de la instalación de torres independientes de alumbrado.

2.3.1 Diagnóstico del sistema de alumbrado instalado en el municipio Moa.

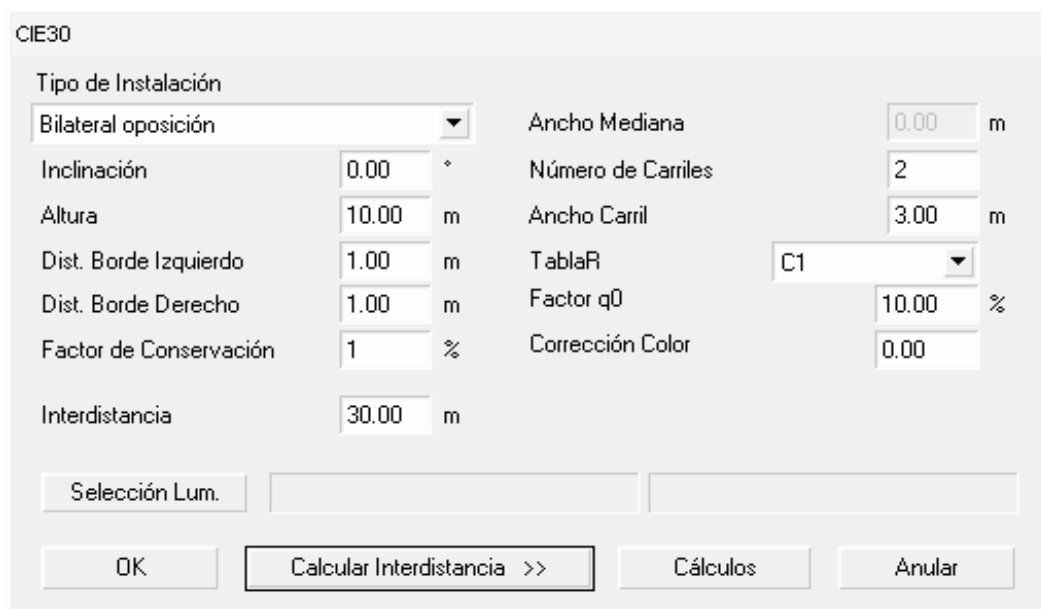
Luego de muchos años sin recursos destinados a la continuación y mantenimiento del sistema de alumbrado público del municipio Moa, el mismo presenta una situación de alto deterioro siendo la mayor preocupación de la población y de los órganos del gobierno. Junto con este deterioro del alumbrado existente debemos señalar que el vertiginoso desarrollo de la ciudad a finales de la década de los 80 y principios de los 90 provocó que muchos de los repartos creados en esta época surgieran sin alumbrado público y junto con ellos, sus avenidas y calles.

2.3.2 Principales problemas que afectan la eficiencia del sistema instalado.

Con los datos obtenidos a partir de las características físicas de las calles y la utilización de los software LITESTAR 5.S3 e INDALWIN 4.0, (ver figuras 2.20 y 2.21), se realiza un estudio de diversos tramos de diferentes vías para tener una referencia de los niveles de iluminación existentes. Debido a la mala uniformidad de la iluminación nos vemos en la necesidad de escoger algunos de los mejores tramos de calzadas, teniendo en cuenta siempre, que dichos tramos estuvieran delimitados por lámparas funcionando correctamente y una clara disposición de las luminarias, ya que se hace imposible realizar un estudio de este tipo teniendo en cuenta la longitud completa de la calzada. Se escogieron tres calles con características distintas como.

- Pedro A Pérez
- Simón Bolívar
- Calle principal de Armando Mestre

Para realizar el trabajo con los software profesionales. Posteriormente se hará una comparación de los resultados obtenidos con los niveles de iluminación exigidos para Cuba, ver tablas 2.5 y 2.6.



The screenshot shows the 'CIE30' window of the LITESTAR 5.S3 software. It contains a form with various input fields and buttons. The 'Tipo de Instalación' is set to 'Bilateral oposición'. Other parameters include 'Inclinación' (0.00°), 'Altura' (10.00 m), 'Dist. Borde Izquierdo' (1.00 m), 'Dist. Borde Derecho' (1.00 m), 'Factor de Conservación' (1%), and 'Interdistancia' (30.00 m). On the right side, 'Ancho Mediana' is 0.00 m, 'Número de Carriles' is 2, 'Ancho Carril' is 3.00 m, 'TablaR' is set to 'C1', 'Factor q0' is 10.00%, and 'Corrección Color' is 0.00. At the bottom, there are buttons for 'Selección Lum.', 'OK', 'Calcular Interdistancia >>', 'Cálculos', and 'Anular'.

Figura.2.26 Ventana principal de Liestar 5.S3.

Parámetros de calzada

Posición: 0 m.

Tipo: Acera

Anchura: 2.8 m.

Carriles: 0

Posición	Anchura	Tipo	Carriles
0.00	2.80	Acera	
2.80	16.70	Calzada	2
19.50	2.80	Acera	

OK Cancelar Insertar Añadir Borrar Ayuda

Figura.2.27 Ventana principal de INDALWIN 4.0.

Representación de los niveles de iluminación.

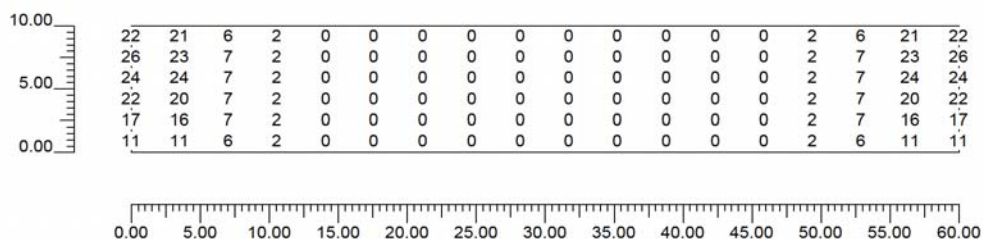
- Avenida de Armando Mestre**

Interdistancia promedio: 70m

Altura del punto de luz: 10m

Tipo de lámpara Merc: 250w

Distribución de los lux que llegan a la calzada

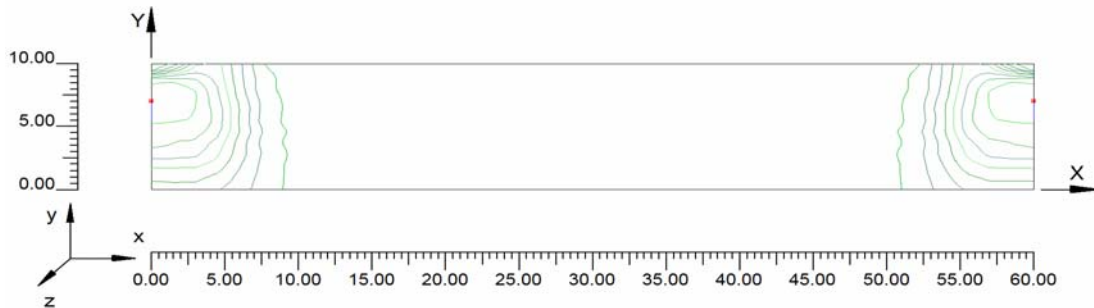


Emin=0 lux

Ems=5lux

Emax=26lux

Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

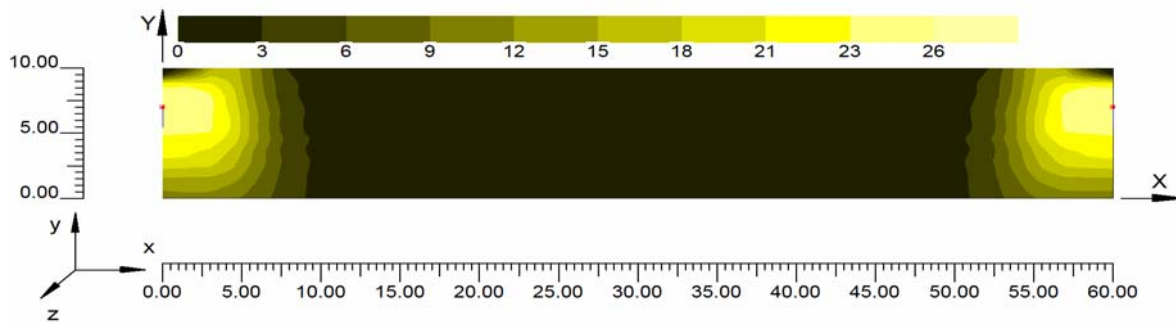


Grafico tridimensional de los niveles de iluminación (lux)

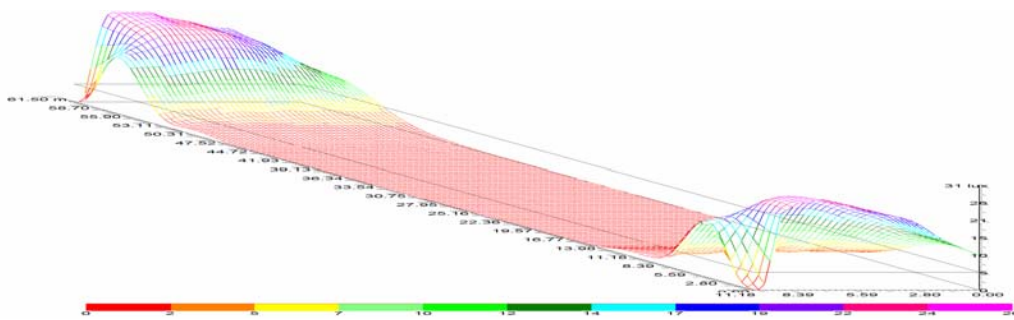
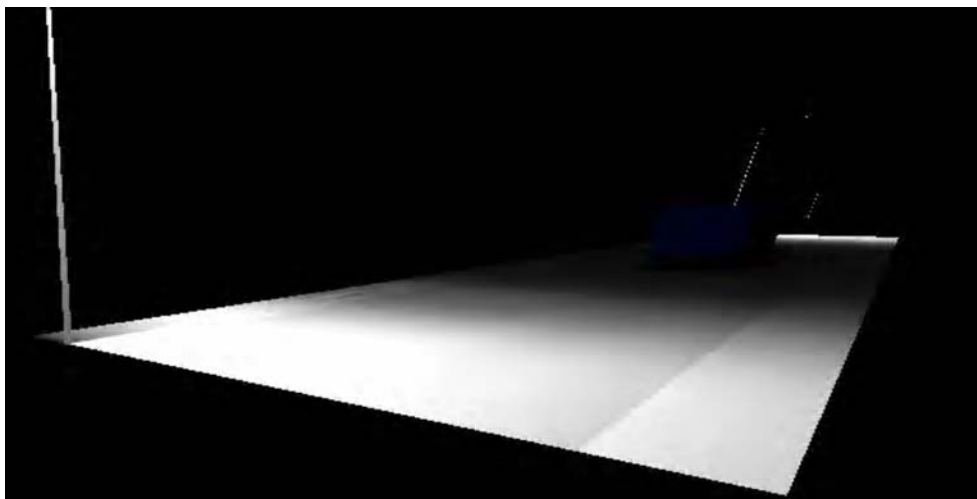


Imagen de la avenida Armando Mestre Actual.



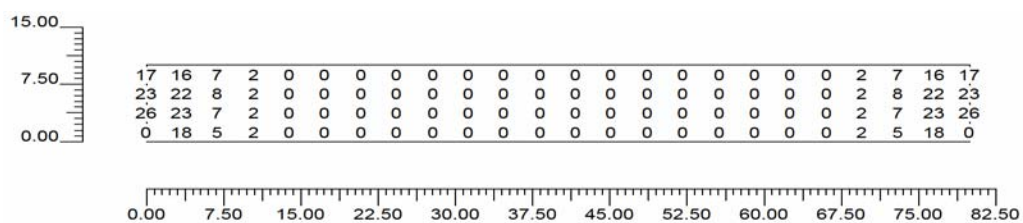
- **Calle Pedro A Pérez.**

Interdistancia promedio: 70m.

Altura del punto de luz: 10m.

Tipo de lámpara Merc: 250w.

Distribución de los lux que llegan a la calzada.

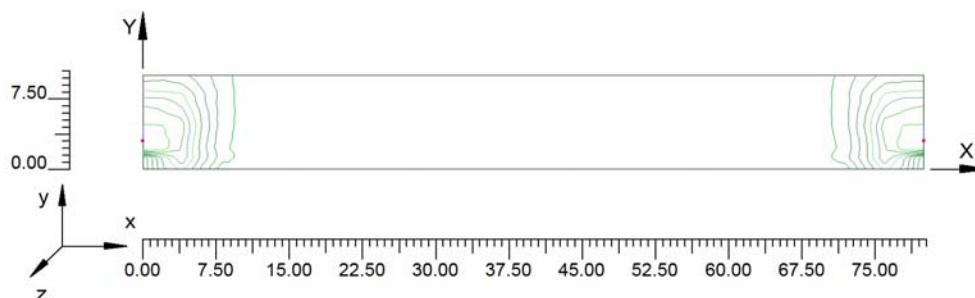


$E_{min} = 0 \text{ lux}$

$E_{ms} = 4 \text{ lux}$

$E_{max} = 26 \text{ lux}$

Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada.



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

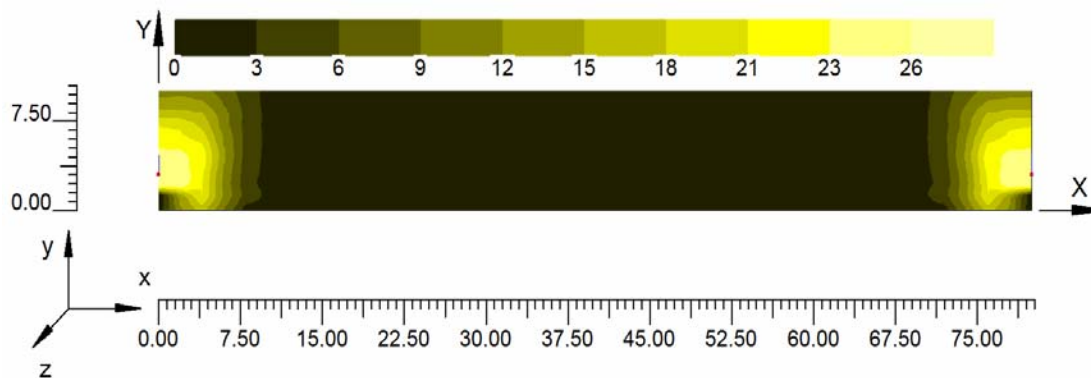


Grafico tridimensional de los niveles de iluminación (lux)

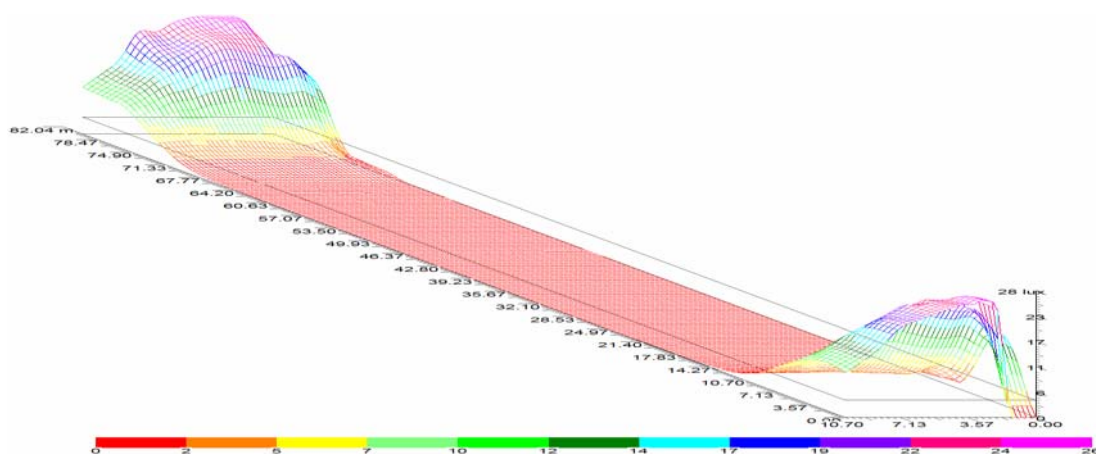
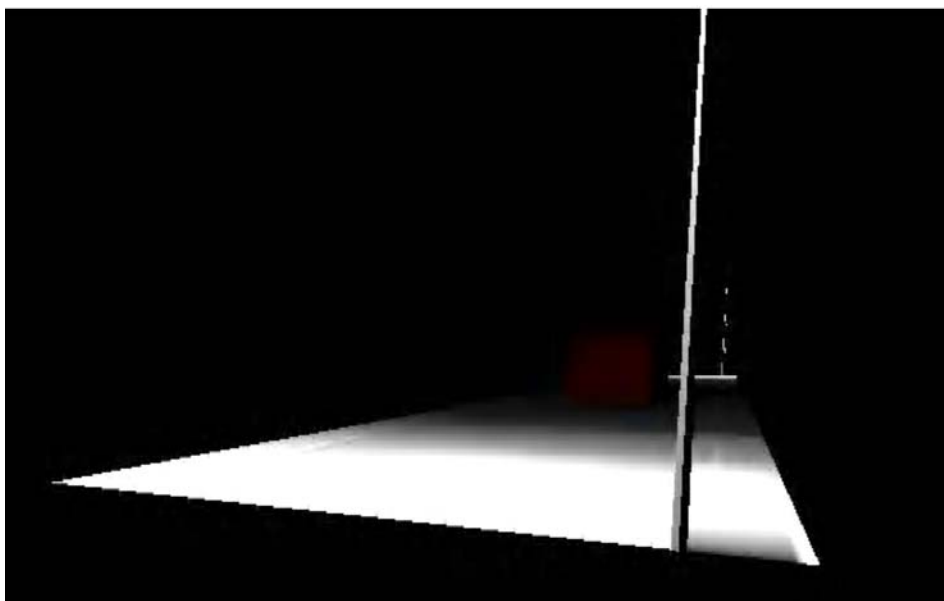


Imagen de la calle Pedro A Pérez Actual.



- **Calle Simón Bolívar**

Interdistancia promedio: 60m.

Altura del punto de luz: 10m.

Tipo de lámpara Merc: 250w.

Distribución de los lux que llegan a la calzada.

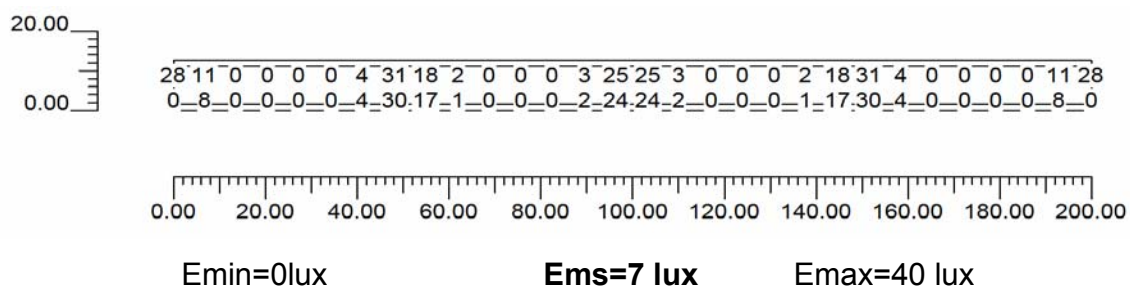
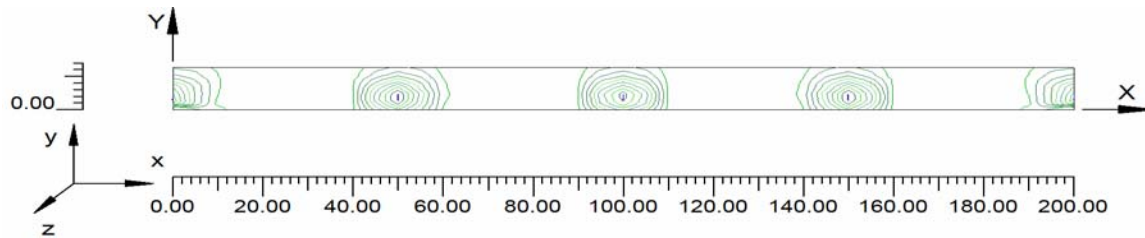


Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada.



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

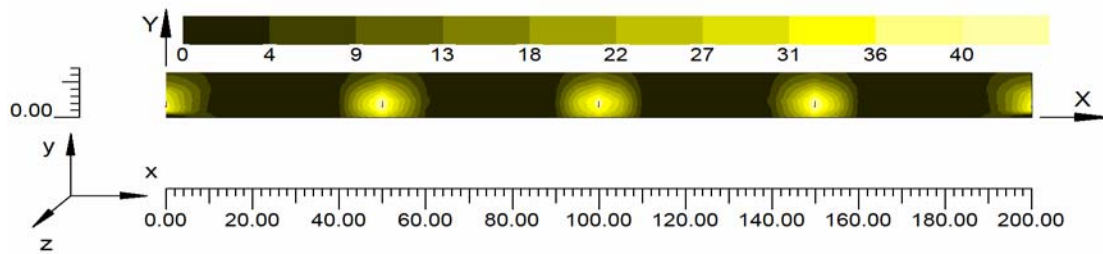


Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación.

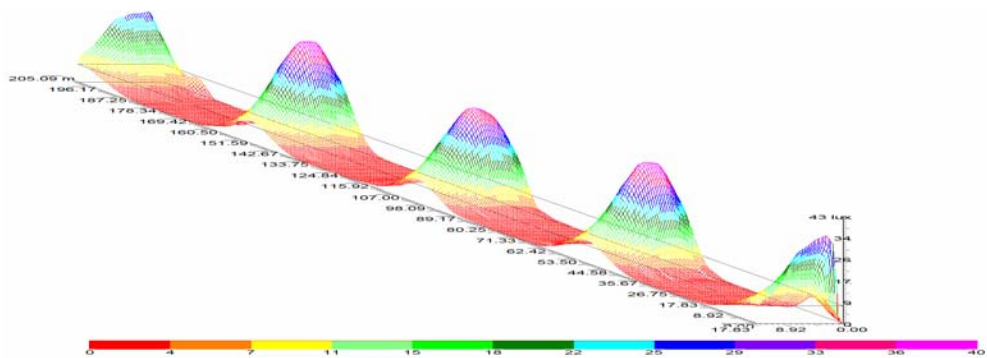
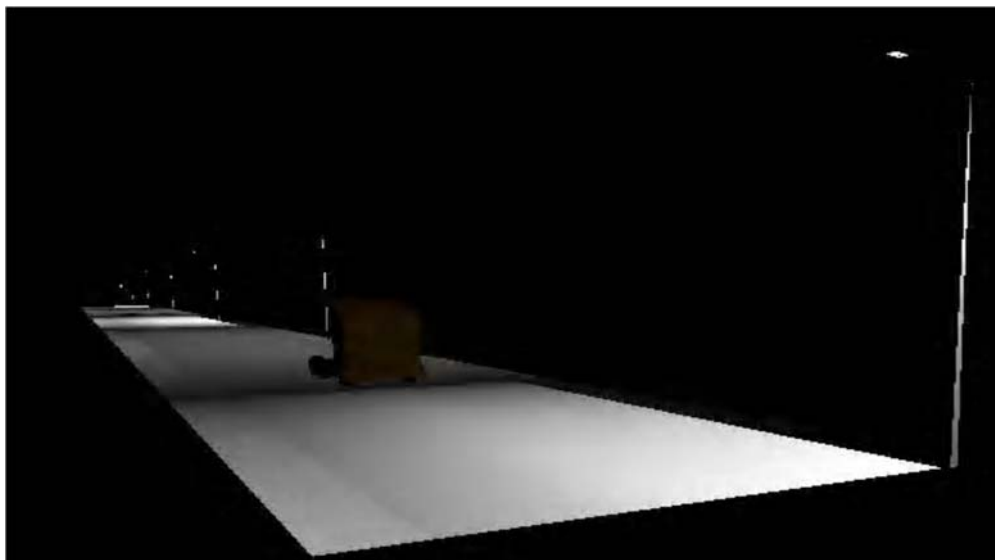


Imagen de la calle Simón Bolívar Actual



Se mostraron los niveles actuales de las calles escogidas para realizar una comparación con los resultados obtenidos y comprobar si cumplen con los niveles de iluminación usados en Cuba. Donde se clasifican en:

E_{min}: iluminancia mínima.

E_{ms}: iluminancia media en servicio

E_{max}: iluminancia máxima

Comparación con los resultados obtenidos.

Tabla 2.5 Niveles de iluminación de las calles escogidas.

Nombre de la calle	E _{min} (lux)	E _{ms} (lux)	E _{max} (lux)
Armando Mestre	0	5	26
Pedro A Pérez	0	4	26
Simón Bolívar	0	7	40

Tabla 2.6: Niveles de iluminación (usados en Cuba).

Tipos de vías	Ems
Vías principales o Avenidas	15 lux
Vías Colectivas	8 lux
Vías Residencial-Comercial	6 lux
Vías Residenciales	3 lux
Vías Expresas	10 lux

Al realizar la comparación de los niveles medios de iluminación (Ems) con las calles escogidas y los niveles usado en Cuba se comprobó que no se cumplía con las normas establecidas ya que las calles no alcanzaban los 15 lux establecidos.

Con el levantamiento realizado en el sistema de iluminación viaria, se comprobó que las mayores dificultades del mismo son:

- Muy bajos niveles de iluminación en todas las vías.
- La falta de luminarias completas (ausencia de pantallas protectoras, etc.)
- La falta de torres de alumbrado y/o la necesidad del mantenimiento de las existentes sobre todo en las dos principales avenidas.
- La necesidad de restituir el conductor.
- Falta de lámparas y sustitución de las rotas.
- En la mayoría de los casos la altura de las torres no es la adecuada en correspondencia con el flujo luminoso de las lámparas utilizadas.
- La disposición de las luminarias en algunos casos no es la más conveniente teniendo en cuenta las características de la vía donde se encuentran.
- El uso de diferentes tipos de lámparas y luminarias para una misma vía.
- El ángulo de inclinación de los brazos fijados a las torres en conjunto con la mala selección de las luminarias provoca deslumbramiento y contaminación lumínica.
- La presencia de árboles cerca del tendido eléctrico de alimentación.
- Los transformadores de alumbrado público se encuentran muy subcargados, producto a la gran cantidad de lámparas que están fuera de servicio.



Por todas estas deficiencias encontradas, se puede afirmar que el sistema de alumbrado viario del municipio Moa, carece de las condiciones necesarias para brindarles seguridad a los peatones y conductores de vehículos mientras circulan por las diferentes vías de la ciudad.

2.4 Conclusiones

En este capítulo se hizo referencia a los sistemas de alumbrado que se utilizan en la actualidad, así como las características principales de los elementos que se usan en el alumbrado de hoy en día. Se caracterizó el sistema de iluminación del municipio donde se encontraron las principales deficiencias, además se utilizaron software profesionales para simular el estado actuales de las calles escogidas para lograr proyectar un sistema de alumbrado eficiente.



CAPITULO III

Propuesta para el sistema de iluminación viaria

Introducción.

Propuesta para el sistema de iluminación viaria del Municipio Moa.

Selección y Cálculo de los Centros de Cargas.

Valoración ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.

Valoración económica.

Conclusiones.

3.1 Introducción.

En el siguiente capítulo mostraremos la propuesta de iluminación viaria para el municipio de Moa donde utilizaremos la vía mas correcta y económico posible para lograr un alumbrado eficiente. Se hará el calculo económico de los equipos y componentes a utilizar en las instalaciones de alumbrado, así como la propuesta del sistema de encendido y apagado de la instalación. Además se trazaran un plan de, medidas para eliminar la contaminación lumínica y su impacto medio ambiental.

3.2 Propuesta para el sistema de iluminación viaria del Municipio Moa.

Cuando se proyecta instalar un sistema de alumbrado, se debe tener la certeza de que los equipos seleccionados están en condiciones de proporcionar el máximo confort visual y los niveles de iluminación demandados.

Las calles a iluminar van, por supuesto a condicionar definitivamente la elección de los equipos, ya que en modo alguno puede darse incompatibilidades conceptuales, entre la idea arquitectónica que se pretende materializar y la concepción del alumbrado que se propone. Muchos tipos de lámparas que opcionalmente se puede utilizar, en absoluto deben ser empleadas, sino aquellas requeridas por el proyecto arquitectónico

Por supuesto que se hace preciso considerar también el factor económico que, dado el caso, puede obligar a adoptar, por ejemplo, una combinación de alumbrado general, cuando ello sea lo más económico, en vez de otras opciones de alumbrado.

La disminución del deslumbramiento directo o reflejado, puede condicionar, en otros supuestos, la selección de luminarias de modo que se evite, o reduzca estos deslumbramientos.

Precisamos por ello, conocer los tipos de lámparas y luminarias que vamos a emplear, los niveles de iluminación requeridos para, mediante el uso del método utilizado, establecer si el número de luminarias propuesto va a producir los niveles de iluminación requeridos.

Para proponer la mejora del sistema de alumbrado viario instalado se realizará un estudio de los niveles de iluminación; así como de recursos y costos en ambos casos para escoger la variante correcta. Utilizando los software profesional INDALWIN 4.0 y LITESTAR 5.S3, se realizarán todas las simulaciones de las vías y calzadas. La disposición de las luminarias en la vía se hará según la tabla 1.14.

Con la realización de este proyecto se garantiza el principal objetivo del alumbrado viario, proporcionar al conductor la visibilidad necesaria para ver los obstáculos y el trazado de la carretera, con el tiempo preciso para efectuar las maniobras que garanticen su seguridad, además de dotarlo de confort visual mientras conduce.

Tipos de lámparas y la luminaria a utilizar.

Para la determinación de los tipos de lámparas y la luminaria a utilizar se tuvieron en cuenta varios aspectos que tienen estrecha relación con el lugar donde se pretende ejecutar el estudio ya que en estos casos se deben tener presentes las valoraciones de los trabajadores responsables de la iluminación, sus criterios acerca de los equipos que se encuentran prestando servicio actualmente y de ellas extraer las mejores variantes. De este modo obtenemos de manera práctica las mejores propuestas.

Siendo terminado el trabajo, este debe sugerir todas las variantes posibles y de ellas demostrar cuál es la más factible. Para esto se analizaron las características de las lámparas a sugerir y se definió cual se utilizaría en el montaje.

Dentro de las características a tener en cuenta tenemos:

- Vida útil del equipo (forma práctica).
- Tipo de luz emitida por el equipo (no perjudicable en cuanto a deslumbramiento, para el tráfico de vehículos y peatones).
- Costo del equipo.

- Altura de montaje
- Área a iluminar

Valorando todos estos aspectos se eligieron para el aumento, luminarias Cobra Head para lámparas de Sodio de alta presión con las características siguientes:

- 220 V, 60 Hz, SON PHILIPS 100W, 150W, 250 W.
- Flujo luminoso 100W, 150W, 250W (lm) = 10000, 14500, 27000
- Base E-40
- Dimensiones (mm): L = 226, D = 91
- Temperatura del color (Kelvin) = 1950
- Lumen/ Watt 150W y 250W = 97.00; 108.00
- Tiempo de duración (horas) = 24000

3.2.1 Representación de los niveles de iluminación del sistema de alumbrado viario Mejorado.

- **Avenida de Armando Mestre**

Disposición de las luminarias: unilateral

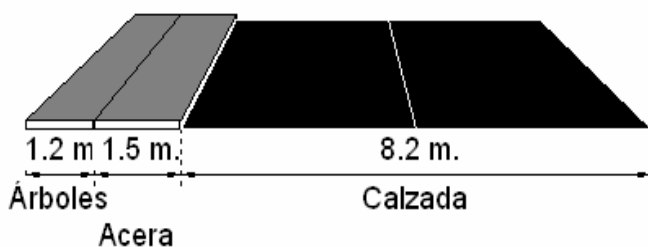
Interdistancia promedio: 35m

Altura del punto de luz: 10m

Luminaria para lámpara de sodio (Cobra Head)

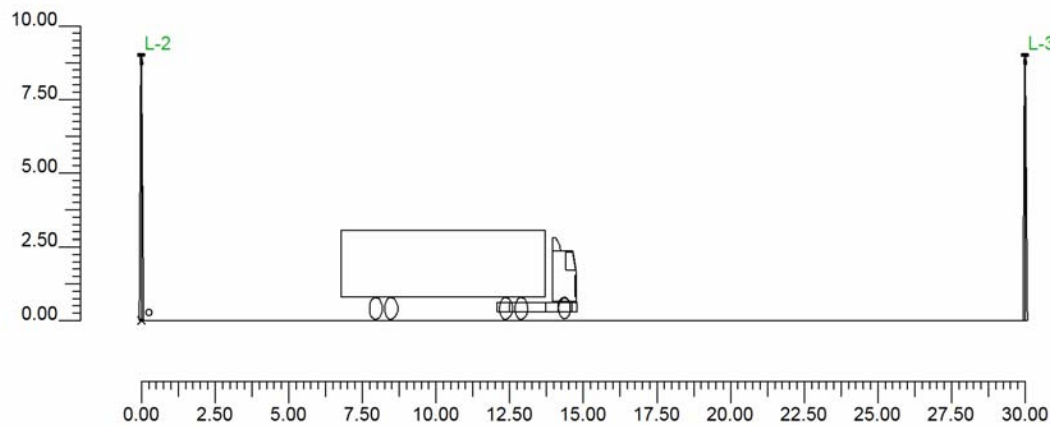
Lámpara: SON 250W

Representación física de la vía.

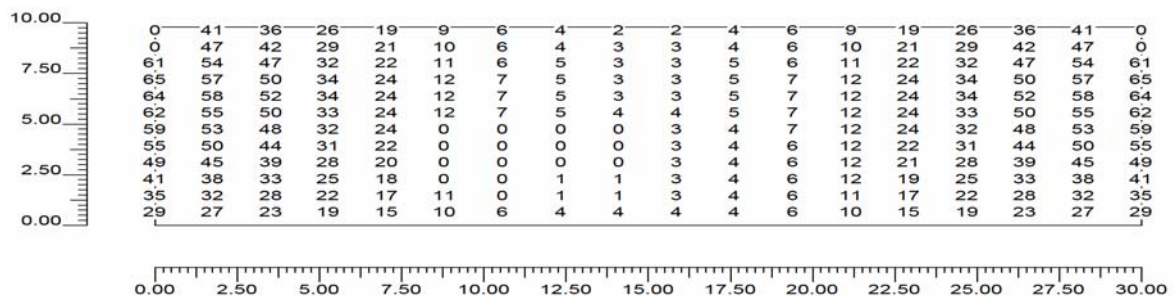




Vista lateral de la vía a iluminar



Distribución de los lux que llegan a la calzada.

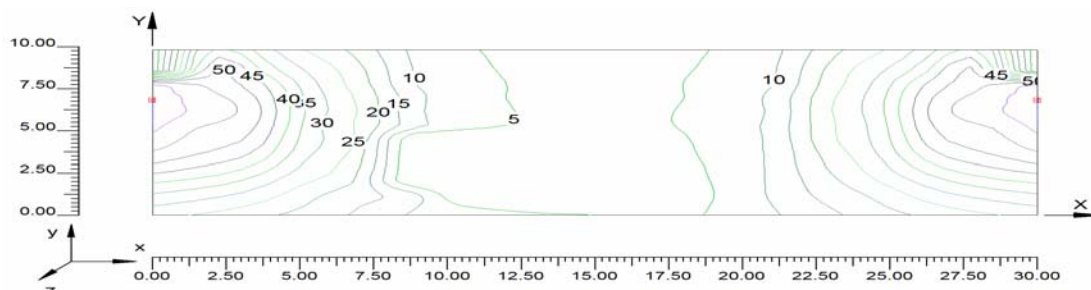


Emin= 0lux

Ems= 22lux

Emax=65lux

Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada.



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

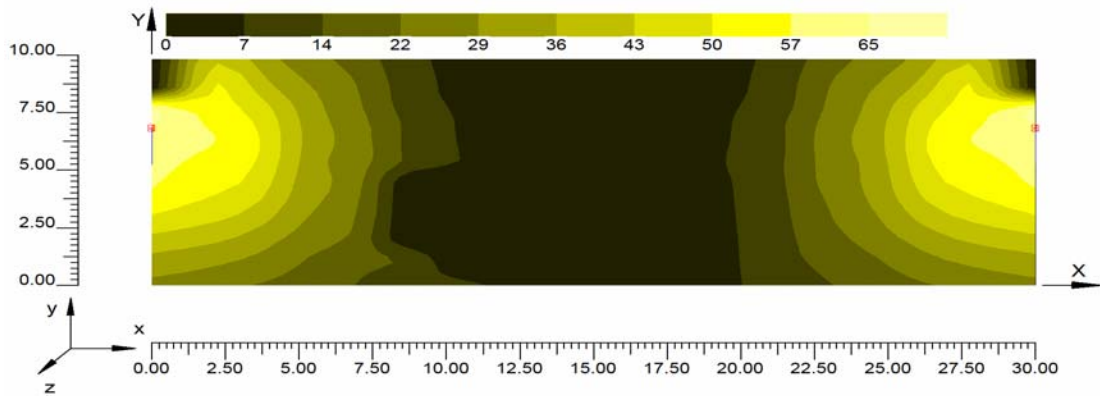
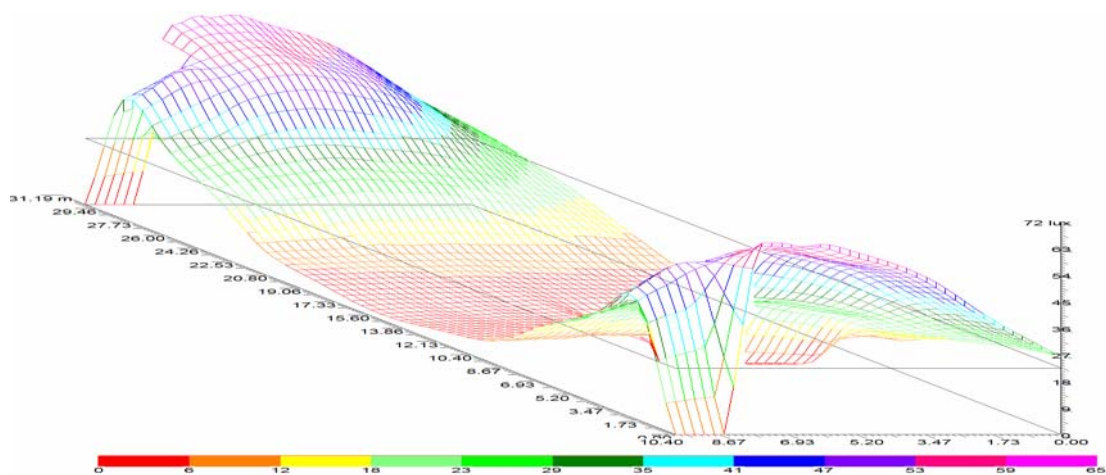
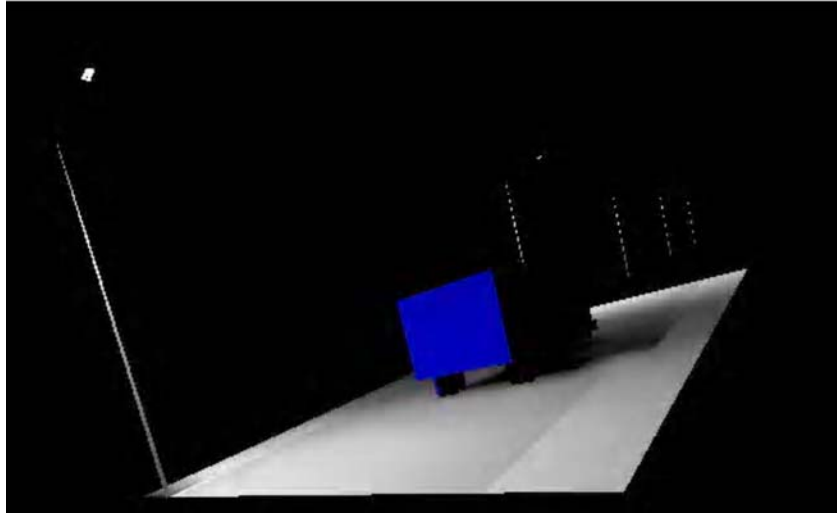


Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación.(lux)



Vista nocturna mejorada de la avenida de Armando Mestre.



- **Calle Pedro A Pérez**

Disposición de las luminarias: unilateral

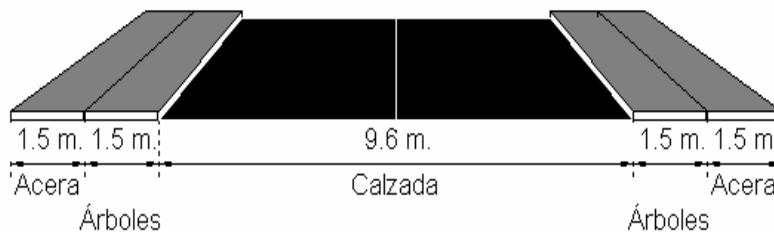
Interdistancia promedio: 30m

Altura del punto de luz: 10m

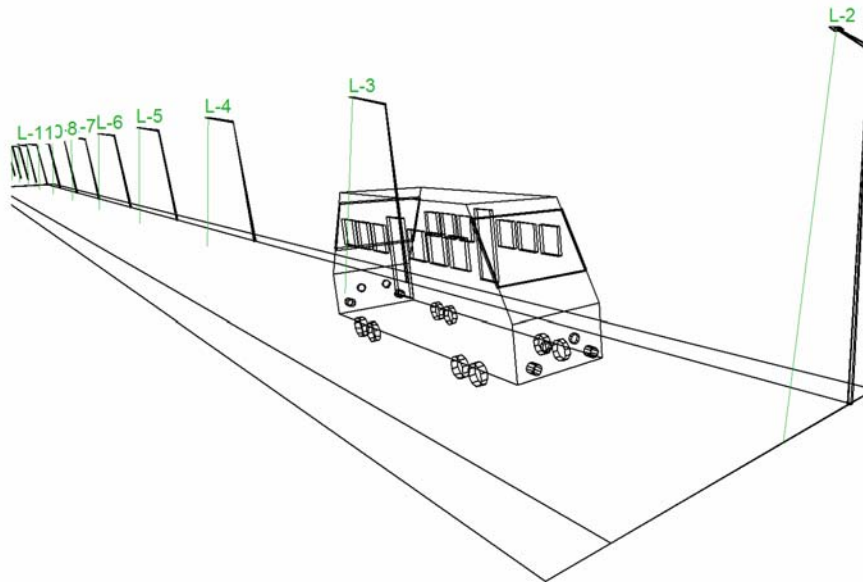
Luminaria para lámpara de sodio (Cobra Head)

Lámpara: SON 250W.

Representación física de la vía.



Vista lateral de la vía a iluminar



Distribución de los lux que llegan a la calzada.

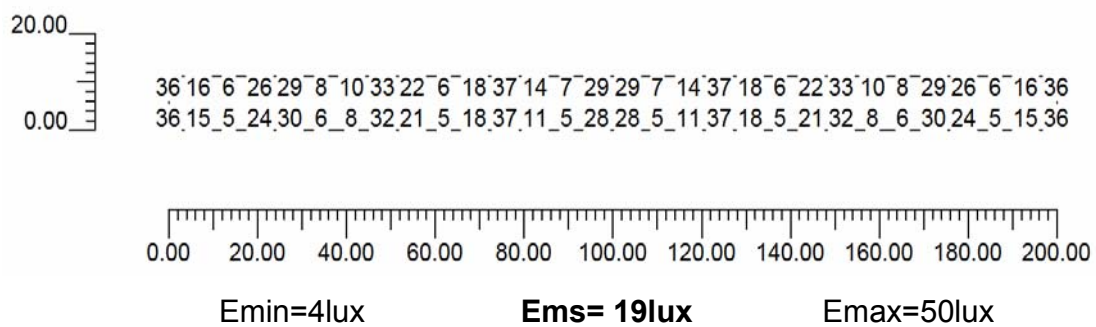
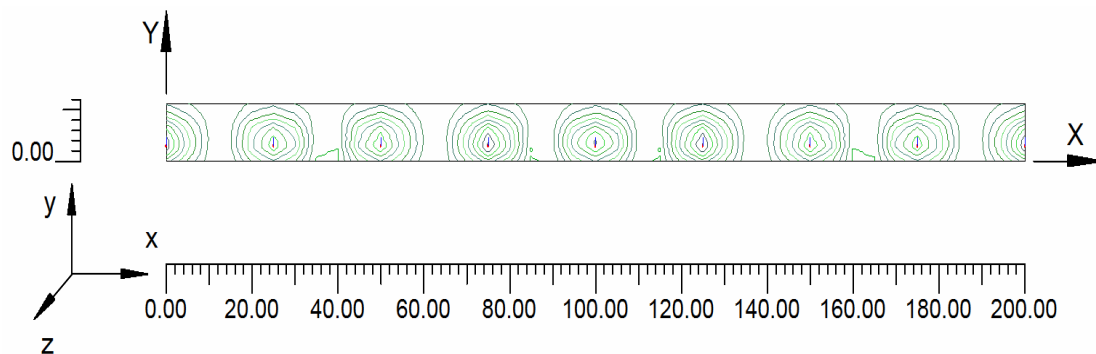


Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada.



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

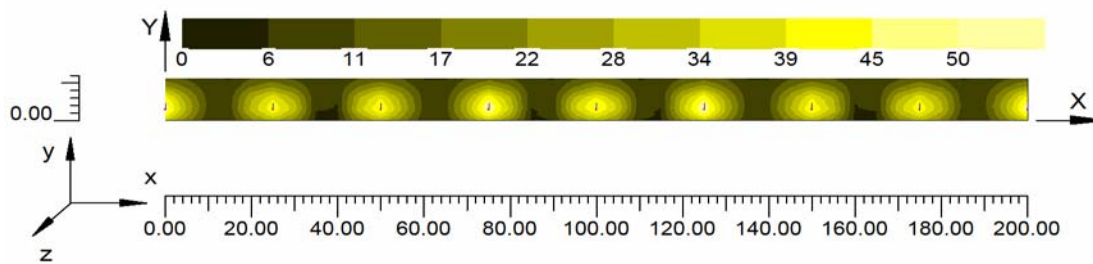
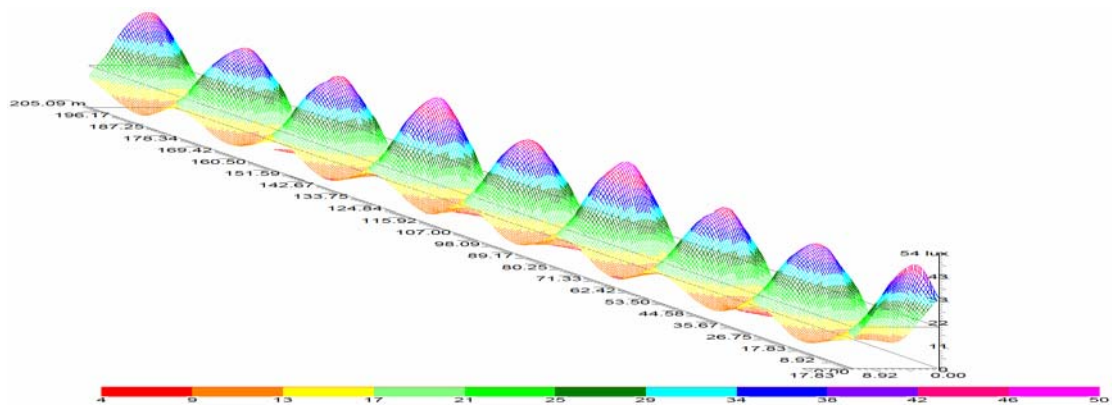
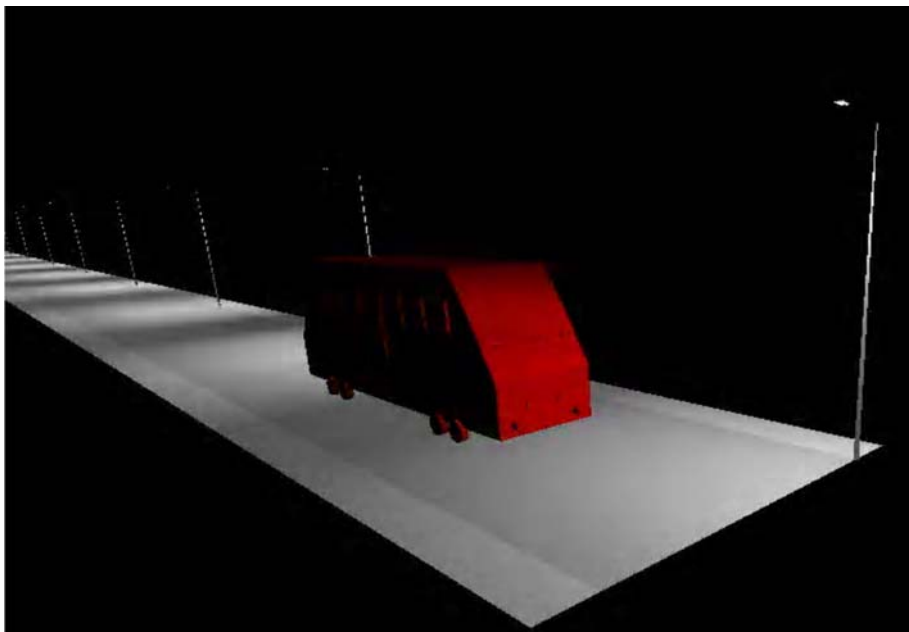


Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación. (Lux)



Vista nocturna mejorada de la calle Pedro A Pérez.



- **Calle Simón Bolívar**

Disposición de las luminarias: unilateral

Interdistancia promedio: 30m

Altura del punto de luz: 10m

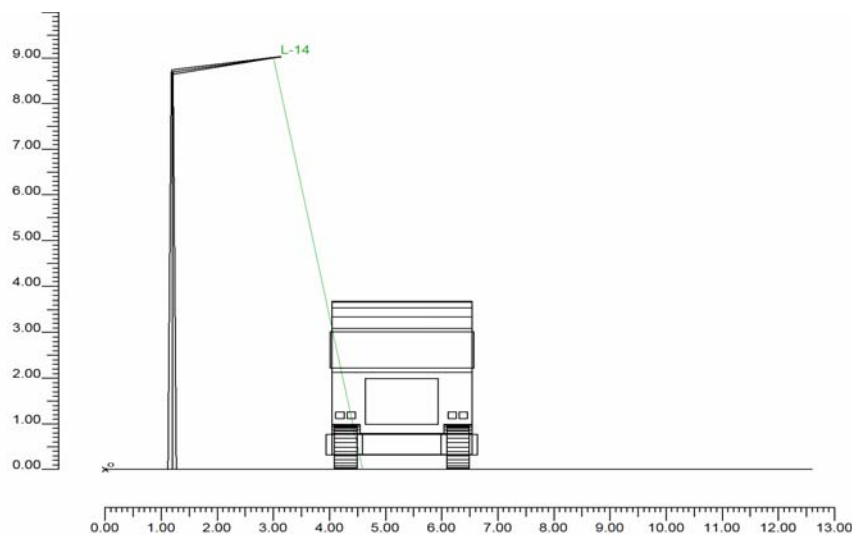
Luminaria para lámparas de sodio (cobra head)

Lámpara: SON 250W.

Representación física de la vía.



Vista frontal de la vía a iluminar



Distribución de los lux que llegan a la calzada.

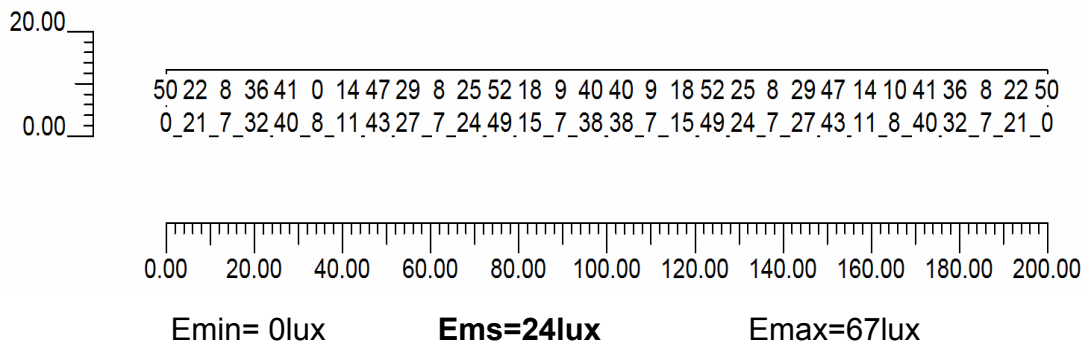
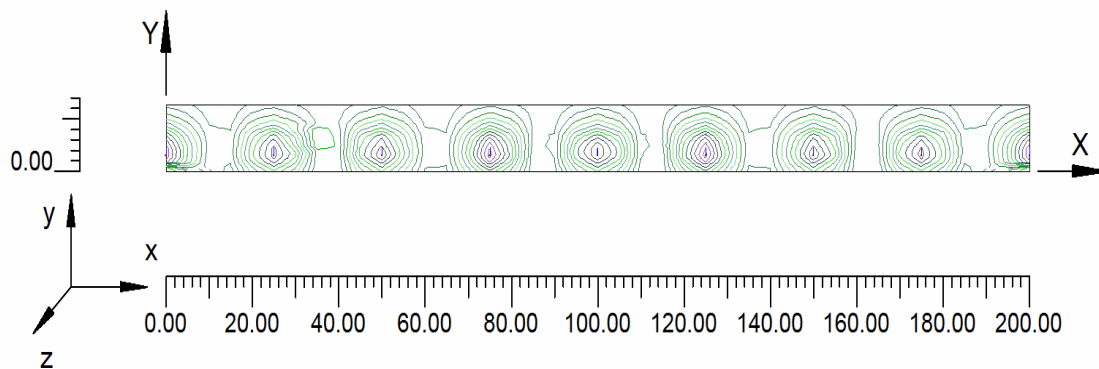


Diagrama isolux del tramo escogido de la calzada.



Proyección de los puntos de luz sobre la calzada.

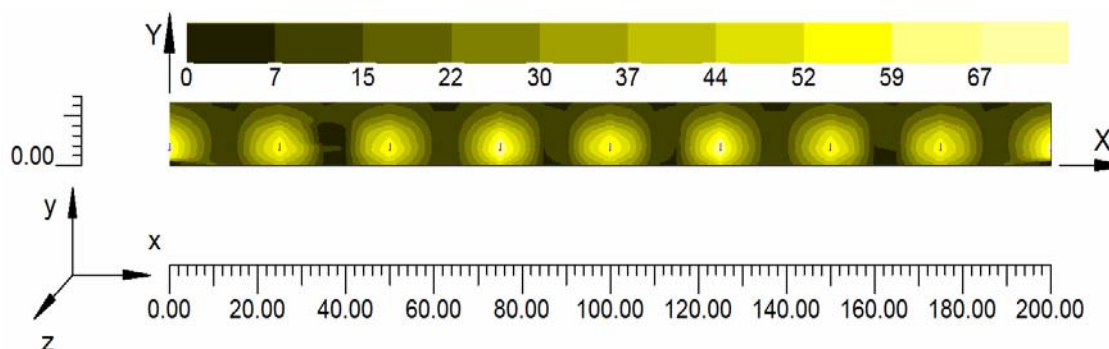
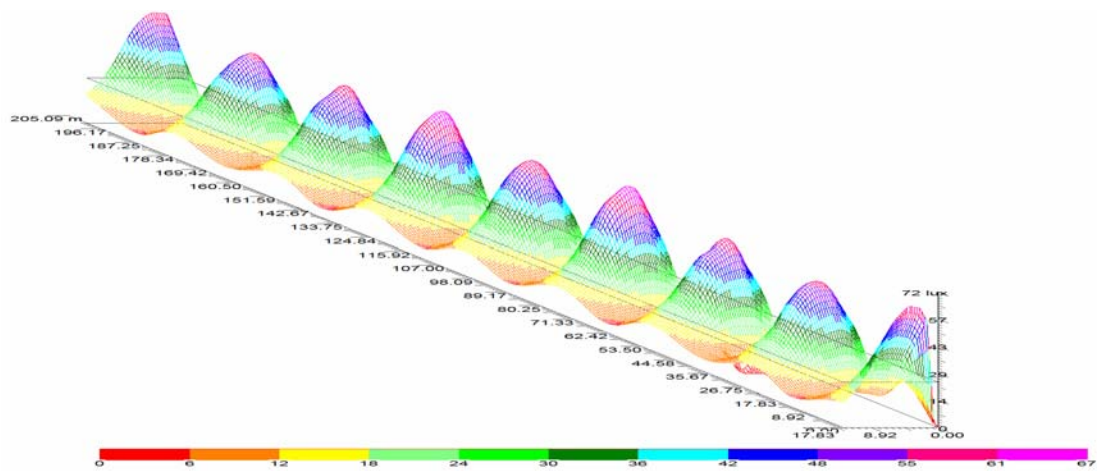
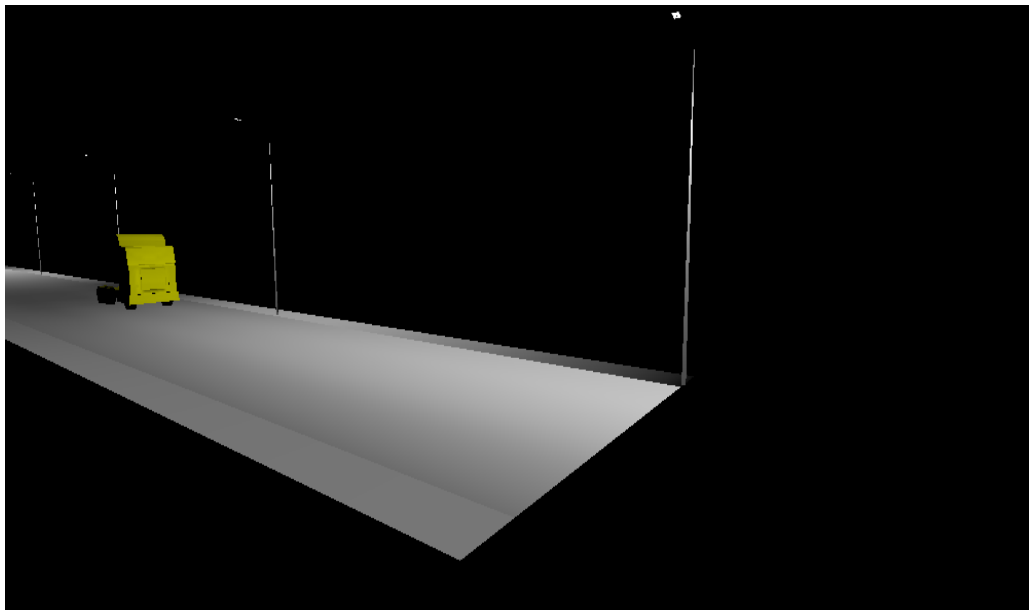




Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación.(lux)



Vista nocturna mejorada de la calle Simón Bolívar.



3.2.2 Selección y Cálculo de los Centros de Cargas.

Para proyectar las calles con una correcta iluminación es necesario tener en cuenta los parámetros de cálculo para la selección correcta de la capacidad del transformador que se va a utilizar en la alimentación del alumbrado público. Para mostrar el trabajo realizado con las calles escogida se utilizó el software de cálculo de caída de voltaje y pérdidas en alumbrado que se muestra en la figura 3.1.

Cálculo de Caída de Voltaje y Pérdidas

Proyecto: **Circuito Secundario Alumbrado Público.**
Transformador: **10**
Ramal: **2 Calle Pedro A Perez**

No	Distancia (m)	No de lamparas	Potencia (VA)	Corriente (A)	Pérdidas (W)
1	25	1	294	1,34	89,32
2	25	1	294	1,34	70,26
3	25	1	294	1,34	54,82
4	25	1	294	1,34	42,62
5	65	1	294	1,34	33,28
6	30	1	294	1,34	15,44
7	55	1	294	1,34	9,72
8	30	1	294	1,34	3,01
9	25	1	294	1,34	0,95
10	25	1	294	1,34	0,19
Total	330	10	2940	13,3636	89,32

Voltaje	220
VA	294
Factor de Potencia	0.85
K1	364
K2	234,24

Caída Voltaje	6,52
Pérdidas	#¡VALOR!

Caída Voltaje (%)	2,96
Voltaje al Final del Cto	213,48

Figura3.1 Hoja de cálculo de caída de voltaje y pérdidas.

En la siguiente tabla se mostraran los resultados de los cálculos para la selección de los centros de cargas de las calles analizadas.

Tabla 3.1 Resultados de los cálculos para la selección de los centros de carga.

Calles	I(A)	Caída de voltaje (V)	Potencia(VA)	Capacidad del transformador (Kva.)
Armando mestre tramo1	18.7	6.15	3234	10
Armando Mestre Tramo2	13,4	6.95	3912	10
Pedro A Pérez tramo1	14.7	10.8	4116	10
Pedro A Pérez tramo 2	17.8	6.52	2940	10
Simón Bolívar tramo1	10.7	3,05	2352	10
Simón Bolívar tramo2	13.2	4.87	2965	10

3.2.3 Propuesta de una variante simplificada para mejorar el sistema de encendido.

El principal problema en el sistema de encendido del alumbrado viario del municipio Moa, es la gran cantidad de puntos de encendido (interruptores) que presenta. Producto a esta situación los encargados de energizar el sistema se demoran aproximadamente 1:30h. En realizar el encendido del sistema completo, el cual se encuentra energizado aproximadamente 11h diario. Para evitar esta demora innecesaria proponemos una Mejora sencilla en dicho sistema, empleando fotoceldas en los puntos de encendido ya determinados.

Para explicar de forma general el principio de funcionamiento del sistema de encendido empezaremos diciendo que la celda fotoeléctrica debe poseer a parte de los terminales de alimentación dos terminales de un interruptor interno, el cual será gobernado por la foto celda. Este interruptor debe cumplir que, en presencia de luz solar sus contactos se abran y en ausencia de esta se cierran, esto permitirá la alimentación de la bobina del relé de potencia (K).

Al incidir luz solar sobre la celda fotoeléctrica se abrirán los contactos internos del módulo solar, los cuales le eliminarán la energía eléctrica al relé de potencia, el cual al ser desenergizado abrirá sus contactos normalmente abiertos e impedirá la alimentación a las lámparas del sistema.

En caso contrario, al censar la débil luz solar incidente en la fotocelda, se cierran los contactos internos del módulo solar los cuales energizan la bobina del relé de potencia, este último cierra sus contactos normalmente abiertos los cuales permiten la alimentación del sistema.

Ventajas que ofrecen este sistema de encendido.

- Este interruptor fotoeléctrico se compone de una célula fotoeléctrica CDS estanca protegida contra la lluvia.
- Adicionalmente la kit incluye una abrazadera que permite su fijación tanto en una pared como en un tubo
- Posibilidad de ajustes mediante potenciómetro la sensibilidad de encendido y apagado del aparato entre 5 y 45 lux.

- El sistema dispone de una temporización fija de unos minutos para evitar situaciones anómalas como el paso de nubes, deslumbramiento por faros de coches, etc.



Figura 3.2 interior de la fotocelda.



Figura 3.3 Interruptor fotoeléctrico

3.3 Valoración ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.

Valoración Ambiental.

Aunque las instalaciones de alumbrado parece que tienen poca interacción con el medio ambiente, dado que se trata de instalaciones estáticas que a nivel local no producen emisiones si profundizamos en su funcionamiento y ciclo de vida, vemos rápidamente varios problemas importantes relacionados, de mayor importancia son la eliminación y tratamiento de lámparas agotadas, la contaminación lumínica y la eficiencia energética. Cada estas problemáticas tiene un tratamiento diferenciado.

Efectos Ecológicos

La producción de energía eléctrica no es un proceso limpio, (ecológicamente):

- Residuos radioactivos
- Consumo de carbón o petróleo
- Emisión de gases a la atmósfera (lluvia acida)
- Emisión de CO₂ (efecto invernadero).

Generación de residuos:

Las instalaciones de alumbrado, dentro de su ciclo de vida, en cada una de sus fases, generan residuos que afectan en mayor o menor medida al medio ambiente. Pero sin duda alguna, el principal problema ambiental del alumbrado se presenta en la fase de explotación y derribo, y viene dado por el abandono incontrolado de los subproductos que dejan de ser útiles. Así los subproductos que más se desechan en el alumbrado público son las lámparas de descargas, las cuales se han de considerar como residuos especiales que requieren una gestión específica, desde la recogida, el transporte, el tratamiento, hasta la deposición. Aunque el uso de estas lámparas representa un paso importante para el ahorro energético, la tecnología empleada en las lámparas de descarga obliga a utilizar elementos químicos de gran toxicidad en pequeñas cantidades, mercurio, plomo, estroncio, europio o itrio. Sus efectos medioambientales no son significativos a nivel individual, pero si que lo son por el volumen global a considerar por las acciones acumulativas sobre el medio.

Las lámparas de descarga presentan, globalmente, cuatro características básicas:

- Un contenido importante de sustancias tóxicas en pequeñas cantidades por lámpara.
- Un consumo cada vez mayor de lámparas, sobre todo en el ámbito industrial.
- Las características propias de las lámparas que las hacen frágiles a maniobras de transporte y almacenaje.
- La gran dispersión en el consumo.

La solución al problema pasa por establecer una relación controlada y respetuosa con el medio ambiente sin olvidar la importancia de diseñar nuevos productos reduciendo la cantidad de elementos tóxicos, alargando su vida útil y facilitando su reutilización y reciclado.

Efectos medioambientales.

El exceso de iluminación tiene efectos negativos sobre la flora y fauna.

- Cambios en el comportamiento territorial y de nidificación de pájaros.
- Desorienta a las aves migratorias.
- Dificulta y disminuye la reproducción de insectos, debido a que la actividad sexual de estos animales se efectúa muy especialmente de noche.



- Dificulta la visión de muchos animales nocturnos.

Intromisión de luz o Light Trespass:

Puede ser descrita como la luz o la iluminancia que se escapa de su propósito original de iluminación. En el caso de un sistema de iluminación de vías, se desea tener toda la luz dirigida sobre la vía y no en el área adyacente. Las lámparas de baja calidad de iluminación, las que generalmente no son del tipo cut-off, dejarán que algo de luz caiga lejos de la vía misma, como casas y patios. Un diseño de iluminación pobre, el cual ha empleado una errónea distribución luminaria, puede acarrear intromisión de luz no deseada. Cierta gente se molesta por la luz que entra directamente en su propiedad o ventanas. Los mismos problemas involucran a conductores de vehículos y aviones.

Medidas contra la Contaminación Lumínica.

- Utilizar el tipo de alumbrado más adecuado según su uso: vial, viario, zonas de peatones, ornamental.
- Asegurar que el alumbrado no permanezca encendido durante las horas de luz natural.
- Disponer que los cierres de las luminarias sean planos y el material utilizado tenga gran calidad de transmisión y resista los efectos de la intemperie y el paso del tiempo.
- No utilizar luminarias tipo globo sin reflector en la parte superior ya que proyectan una gran emisión de luz por encima de la horizontal.
- Es necesario evitar la emisión de luz por encima de la horizontal, sobre todo en el alumbrado de viales y calles.

¿Por qué hay que combatir la contaminación lumínica?

- Disminuye el consumo energético e indirectamente el consumo de combustibles.
- Protege al medio ambiente nocturno ya que devuelve a la naturaleza estadios de Hábitat original, al tiempo que se protegen las aves y mamíferos nocturnos.
- Se reduce el deslumbramiento de los conductores, con lo que se aumenta la seguridad vial.
- Se colabora con la visibilidad nocturna del tráfico aéreo y marítimo.

- Permite la observación astronómica, tanto a profesionales como a aficionados.

Se cumple con el prefecto de la Declaración Universal de las Generaciones Futuras de la UNESCO que recoge el derecho a una Tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro.

3.4 Valoración Económica.

Para la determinación de la valoración económica del sistema de iluminación a instalar, se tuvieron en cuenta todos los gastos realizados a la hora del cumplimiento del trabajo así como los mantenimientos a realizar y con ayuda del software LITESTAR 5.S3 se realizó el cálculo económico. Debido a que el software ignora algunos aspectos importantes, obliga a profundizar un poco más, para ofrecerles a los interesados en el proyecto una valoración económica lo más real posible.

Cálculo económico realizado por LITESTAR 5.S3

The screenshot displays the 'Cálculo Económico - Resultados' window. It is divided into two main sections: 'Costes Anuales' on the left and summary metrics on the right. The 'Costes Anuales' section is further divided into 'Coste Anual Capital' and 'Gastos Corrientes Anuales'. Each section contains a table of costs with input fields and calculated totals. At the bottom, there are 'OK' and 'Anular' buttons.

Costes Anuales	
Coste Anual Capital	
Instalación	1564.73
Luminaria	49816.00
Total	51380.73
Gastos Corrientes Anuales	
Lámparas	1762.92
Energía Eléctrica	57695.55
Limpieza	1437.00
Total	60895.47
Coste Anual Total	112276.20

Resumen	
Coste Luminarias	45026.00
Coste Lámparas	4790.00
Coste Tot. Material	49816.00
Capital Invertido Total	52163.10
Potencia Instalada por m²	3.99
Coste Anual por m²	3.74

3.4.1 Evaluación del costo y los recursos a utilizar en:

- Mejora del nuevo sistema de iluminación viaria.

Del levantamiento realizado en conjunto con el personal calificado de la empresa eléctrica en las vías de la ciudad para la correcta ejecución del proyecto, se tomaron los siguientes datos con el objetivo de ver el costo económico de las instalaciones para el alumbrado público del municipio de Moa.

Tabla 3.2 Recursos para el alumbrado público de la ciudad de Moa.

DESCRIPCION	REFERENCIA	UM	CUC/U	CANT.	VALOR
CUADRO DE CONTROL A.P. 2X32 A	CRL-7415-232A	U	112,12	25	\$2.803,00
CUADRO DE CONTROL DE AP 2x60 A	CRL-7417-260A	U	197,55	21	\$4.148,55
Brazo tubular p/poste de 0,70m, acero galvanizado en caliente	CRL-BRP-0,7	U	18,43	1168	\$21.526,24
Brazo tubular p/poste de 1,80m, acero galvanizado en caliente	CRL-BRP-1,8	U	24,01	101	\$2.425,01
LUMINARIA VIAL VSAP 100 W, E40, IP-65	CRL-790II-E40-SON-ED-100SR	U	64,20	88	\$5649,60
LUMINARIA VIAL VSAP 150W, E40, IP-65	CRL-790II-E40-SON-ED-150SR	U	69,23	1163	\$80514,49
LUMINARIA VIAL VSAP 250W, E40, IP-65	CRL-791-E40-SON-250	U	72,83	292	\$21266,36
LAMPARA VSAP-T 100W, E40	201775	U	9,54	88	\$839,52
LAMPARA VSAP-T 150W, E40	192271	U	9,82	1163	\$11420,66
LAMPARA VSAP-T 250W, E40	179838	U	10,57	292	\$3086,44
Poste p/ luminaria vial, 7m acero galvanizado c/ base incluida	CRL-104	U	384,43	228	\$87650,04
TOTAL					\$241329,91

Tabla 3.3 Recursos de línea para la instalación de alumbrado publico.

LISTADO DE RECURSOS	U/M	PRECIO/ U	CANTIDAD	IMPORTE
Aislador de Polea	U	0,91	1300	1183,00
Conductor de Cobre # 6 Desnudo	Tn	4200,00	10,5	44100,00
Conductor TW # 12	Mts	0,78	5500	4290,00
Conductor TW # 6	Mts	1,54	1100	1694,00
Drop Out 15 kV	U	52,00	29	1508,00
Pararrayo 15 kV	U	38,00	29	1102,00
Percha con Pasador	U	4,25	1300	5525,00
Pintura Anticorrosiva Gris	Lts	2,00	400	800,00
Tornillo de Máquina 5/8 x 12	U	0,67	2140	1433,80
Transformador de 10 KVA, 7620/13200-240/480V	U	570,48	24	13691,52
Transformador de 15 KVA, 7620/13200-240/480V	U	722,86	4	2891,44
Transformador de 25 KVA, 7620/13200-240/480V	U	748,10	1	748,10
Type de Goma	U	0,30	400	120,00
Type Plástico	U	0,30	400	120,00
TOTAL				79206,86

El costo total de la inversión es de **414431,32 CUC**.

3.4.2 Ahorro de energía al mejorar el sistema de encendido del alumbrado.

Consumo de la carga.

- La potencia activa instalada (P) con el mejoramiento del sistema completo es **256,250 kW**, ver Anexo 3.

Asumiendo que el sistema estará en servicio 11h de (7:00PM a 6:00AM).

Potencia consumida (Pc)=256,250 kW * 11h * 365=**1 028, 943 mWh / a**

- Si consideramos que una termoeléctrica para generar 1Mwh es necesario 0.219 TN de fuel oil.

Fuel oil consumido (FOC) = 0.219 * 1028,84375 mWh / a = **225,3168 Tn**

- El precio del fuel oil en el mercado mundial ha estado muy inestable, en el corte realizado el 3 de Junio del 2008, 1 barril = 133 USD.

1T = 6.5 barriles

1T = 864,5 USD

Costo del fuel oil consumido (CFOC)=864,5 USD * 225.3168 Tn

=194 763,8419 USD

Se devaluó al 18% dando un valor de **159 706,3504 CUC** necesario para garantizar el suministro eléctrico a la carga propuesta para el nuevo sistema de iluminación.

- Importe de la tarifa de comunales en el mes (Im) y en el año (Ia).

Potencia consumida en el mes (Pcm)=256,250 kW * 11h * 30 días

=8 4562, 5 kWh

$Im = Pcm * (F * K + (P - F))$

K→ Factor de combustible→ este valor varía pues depende del valor del combustible en el mercado referencia mayo 08 K =1,9223

F→ constante=0,04908

P→ es el precio del kWh. en los periodos del día =\$ 0,0944

$Im = 84562,5 \text{ kWh} * (0,04908 * 1,9223 + (0,0944 - 0,04908))$

=84562,5 kWh * 0,1397= 1 1810,55 CUP = 472,42 CUC

Nota: La empresa Comunales efectúa el pago del consumo de energía del alumbrado público en moneda nacional.

Importe en el año (Ia).

$$Ia = 1028843,75 \text{ kWh} \cdot 0,1397 = \mathbf{143\ 694,99 \text{ CUP} = 5\ 747,80 \text{ CUC}}$$

Ahorro por sistema de encendido.

- Asumiendo que el sistema estará en servicio 11h, de (7:00PM a 6:00AM), es decir 1:30 min. más que lo actual considerando que el sistema tiene que ser apagando manualmente, podemos determinar el ahorro por potencia activa rescatada.

$$\text{Potencia ahorrada anualmente (Pa)} = 256,250 \text{ kW} \cdot 1,5\text{h} \cdot 365$$

$$= \mathbf{140\ 296,875 \text{ kWh} / a}$$

$$\text{- fuel oil ahorrada anualmente (FOA)} = 0,219 \cdot 140,296 \text{ mWh} / \text{año} = \mathbf{30,73 \text{ Tn}}$$

$$\text{- Costo del fuel oil ahorrado (CFOA)} = 864,5 \text{ USD} \cdot 30,73 \text{ Tn}$$

$$= \mathbf{26\ 566,085 \text{ USD}}$$

Se devaluó al 18% dando un valor de **21 784,19 CUC**

- Ahorro de comunales en el mes (Am) y en el año (Aa).

$$\text{Potencia ahorrada en el mes (Pm)} = 256,250 \text{ kW} \cdot 1,5 \cdot 30 = \mathbf{11\ 531,25 \text{ kWh}}.$$

$$Am = Pm \cdot 0,1397 = 11\ 531,25 \text{ kWh} \cdot 0,1397 = \mathbf{1\ 610,92 \text{ CUP}}$$

$$Aa = Pa \cdot 0,1397 = 140\ 296,875 \text{ kWh} \cdot 0,1397 = \mathbf{19\ 599,47 \text{ CUP} = 783,98 \text{ CUC}}$$

Ahorro por utilización de lámparas eficientes.

Antiguamente los sistemas de iluminación viaria se proyectaban con lámparas de sodio de baja presión y de mercurio a una potencia de 400W. En la actualidad se proyecta con lámparas de mayor eficiencia como sodio de alta presión a partir de 100W 150W, 250W. Ahora mostraremos el ahorro que se obtiene con esta nueva propuesta, en la cual se utilizaran 1543 lámparas.

Tabla 3.4 comparación de variante.

Tipo	Cantidad de Lámparas	Potencia(kW)
Lámparas antiguas (400W)	1543	617,2
V:S:A:P. (100W)	88	8,8
V.S.A.P. (150W)	1163	174,45
V:S:A:P. (250W)	292	73

Como se observa en la tabla 3.4 si se instalaran lámparas de 400W se obtendría una potencia de 617,2 kW, con la instalación de V.S.A.P. de 100W, 150W, 250W se cuenta con 256,250 kW y se obtiene un ahorro de 360,95 kw.

Potencia ahorrada anualmente (Pa)=360,95 kW * 11h * 365

$$=1\ 449\ 214,24\ \text{kW h / a}$$

-fuel oil ahorrada anualmente (FOA) = 0.219 * 1 449,21425 mWh / año = **317,38 Tn**

- Costo del fuel oil ahorrado (CFOA)=864,5 USD * 317,38 Tn

$$= 274\ 375,01\ \text{USD}$$

Se devaluó al 18% dando un valor de **224 987,51 CUC**

T amortización = Costo de la inv. / Ahorro en el año.

$$= 414431,32 / 224\ 987,51$$

$$= 1,84\ \text{años}$$

3.5 Conclusiones.

En este último capítulo se propuso de manera práctica la solución a las principales dificultades encontradas en el sistema de iluminación viaria del municipio Moa, priorizando la insuficiente iluminación de las vías. Se dejaron bien claras transformaciones a realizar para elevar los niveles medios de iluminación en servicio en todas las vías del municipio, así como los equipos a incrementar a la hora de darle cumplimiento al trabajo realizado, sin dejar por alto el costo económico y el ahorro de energía que proporcionaría al país.

Conclusiones

- Se mejoró la eficiencia del sistema de iluminación viaria del municipio Moa, hasta el punto de proporcionar confort visual y seguridad a los conductores y peatones.
- Para la simulación de las vías y la representación de los niveles de iluminación en las distintas calzadas, se utilizaron software profesionales TROLL LITESTAR 5.3 e INDALWIN 4.0 permitiendo alcanzar los valores establecidos por las normas del CIE.
- Se calcularon los centros de cargas para la ubicación más eficiente de los transformadores.
- Se tuvo en cuenta la contaminación lumínica, la cual representa un gasto energético y económico injustificado.
- Se demostró de manera detallada los beneficios económicos que proporcionaría la implantación de este sistema de iluminación.
- La metodología utilizada se sustenta sobre bases científicas, que permiten hacer un análisis integral de los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las deficiencias en la proyección del mismo.

Recomendaciones

- Analizar la ejecución de este proyecto por parte de la OBE de Moa.
- Utilizar los resultados de este trabajo para la formación de los estudiantes en la asignatura de Suministro Eléctrico II.
- Realizar un estudio de calidad de la energía después de instalado el sistema de alumbrado.

Bibliografía

- 1 Alumbrado de exteriores.<http://Bdd.unizar.es./pag2/tomo2/tema9/9-4.htm>.1999.
- 2 Análisis del Sistema de iluminación Viaria del municipio Moa 2005.Yunier Cabrera, Delroy George.
- 3 Arambula González, R- Tesis Profesional- Procedimientos de diseños para iluminar exteriores –Universidad Iberoamericana México -1995.
- 4 Catálogo de iluminación Effere (1995).
- 5 Catálogo General de iluminación Indalux (1995).
- 6 Catálogo General de la luz Osram.
- 7 Conferencia del Comité Electrónico Cubano (1997).
- 8 Contaminación lumínica .<http://www 14.brinkster.com./luminica/>.1998.
- 9 Eficiencia de los sistemas de iluminación Moa 2002. Odalis Robles Laurencio.
- 10 Eficiencia del sistema de iluminación de la planta Termoeléctrica Cdte. Pedro Sotto Alba. Moa 2007.Suraima Pavón Herrera, Yarima Marisma frometa.
- 11 Enciclopedia luminotécnica. I
- 12 Equipos auxiliares para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez. .
- 13 Instalaciones de Alumbrado .<http://bdd.unizar.es/pag2/tomo2/tema8/8htm>.2000.
- 14 J.I. Urraca Piñeiro: Tratado de alumbrado público. Ed: Donostiarra, S.A.
- 15 Jesús Feijó Muñoz: Instalaciones de iluminación en la arquitectura.
- 16 Manual de alumbrado Edición Revolucionaria (Traducción al Castellano del manual de Westinghouse.1986
- 17 Masorra, Jironella (1986).Suministro Eléctrico Industrial.
- 18 Oportunidades de Proyectos MDL en Cuba.2003.
- 19 Representación de las características luminosas de las lámparas y luminarias 2002.
- 20 Sistema eléctrico para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez.

Sitio Web visitado.

[http:// www14.brinkster. com⁶. /lumínica/](http://www14.brinkster.com/umínica/).1998.

<http://www.clefer.com/2007>

[http://www.ctio.nao.edu/light pollution/1999.](http://www.ctio.nao.edu/light%20pollution/1999)

[http://www.octanorm.es/silumina.htm.2000.](http://www.octanorm.es/silumina.htm.2000)

[http://www.stilar.Net.](http://www.stilar.Net)

[http://www.cepri.cl/iku.](http://www.cepri.cl/iku)1998.

Anexos

Relación de Anexos.

Anexo: 1 Muestra del plano tipográfico en formato Autocad.

Anexo: 2 Tabla de características físicas de las calles del municipio Moa

Anexo: 3 Cantidad de lámparas y potencia instalada en las vías.

Anexo: 4 Cantidad de transformadores de alumbrado por repartos.

Anexo: 5 Necesidad de Equipos Tecnológicos y Herramientas para el Alumbrado Público.

Anexo: 6 Muestra de los resultados de la simulación con el software TROLL LITESTAR 5.S3.

Anexo1

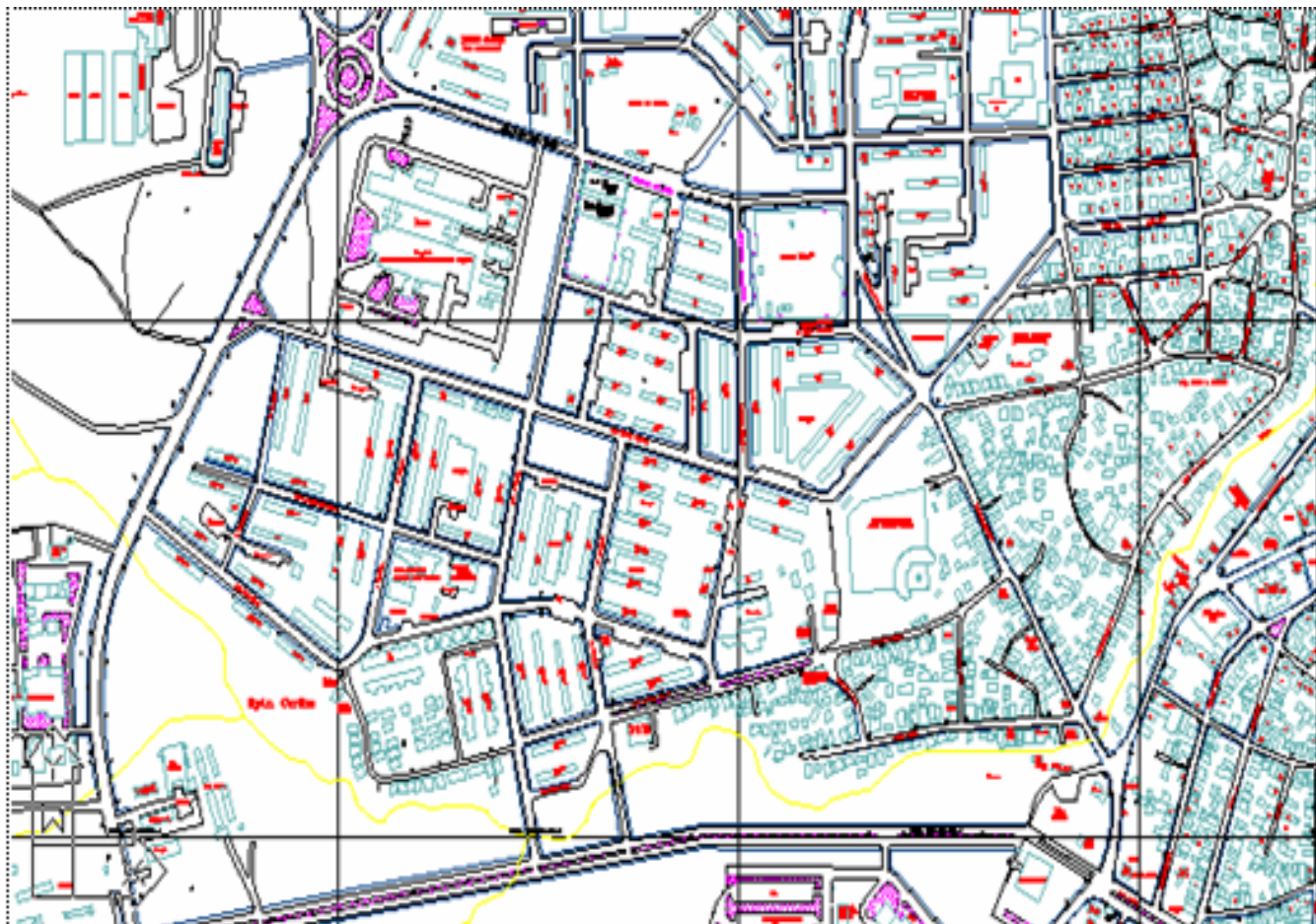


Figura 1: Imagen de una sección del plano Topográfico utilizado para la determinación de las características físicas de las vías del municipio Moa.

Anexo2

Tabla 1: Características físicas de las calles del municipio Moa.

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle 1	26 de Junio	150	6,1				única	U	sucio
Calle 2	26 de Junio	140	4,7				única	U	sucio
Calle 3	26 de Junio	96	9,1	1,5	1,4		única	U	sucio
Calle 4	26 de Junio	267	6,9				única	U	sucio
Calle 5 H.Chiquito	26 de Junio	274	7,4	1,3	1,2		única	U	sucio
Calle 7	26 de Junio	63	5,7				única	U	sucio
Calle 9 H.Chiquito	26 de Junio	374	7,5	1,2	1,3		única	U	sucio
Calle (Leydi)	26 de Junio	190	6,9				única	U	sucio
Calle Pasaje 1 (Adonis)	26 de Junio	220	5,4				única	U	sucio
Calle Pasaje 2 (Frente a Yulaimis)	26 de Junio	130	5,1				única	U	sucio
Calle Pasaje 3 (% Pasaje 2 y Calle 2)	26 de Junio	180	4,5				única	U	sucio
Calle Vivienda Municipal	26 de Junio	175	7,1				única	U	sucio
Calle A	5 de Diciembre	192	9,1	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle B Rpto 5 Dic. Micro 200 - 300	5 de Diciembre	960	7,9	1,1			única	U	sucio
Calle D	5 de Diciembre	169	9,1	1,5	1,4		única	U	sucio
Av. Armando Mestre	Armando Mestre	900	8,2	1,6	1,2	1,5	única	U	sucio
Barrio Viales 8	Armando Mestre	800	8,4				única	U	sucio
Calle 11	Armando Mestre	200	7,6	1,2	1,3		única	U	sucio
Calle 13	Armando Mestre	200	7,7	1,1		1,7	única	U	sucio
Calle 3	Armando Mestre	700	6,9	1,1		1,1	única	U	sucio
Calle 5	Armando Mestre	420	8,4				única	U	sucio
Calle 7	Armando Mestre	420	8,2				única	U	sucio
Calle 9	Armando Mestre	200	7,1				única	U	sucio
Calle B Principal	Armando Mestre	450	7,9	1,4	1,4		única	U	sucio
Calle Barrio Moa Oriental	Armando Mestre	700	7,7				única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle Ceproníquel Ensuna	Armando Mestre	220	7,3	1,4	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Eleusis	Armando Mestre	200	7,4	1,1		1,1	única	U	sucio
Calle Las 42 Viviendas (Marzo)	Armando Mestre	500	7,4	1,4	1,5		única	U	sucio
Calle Mantenimiento Constructivo	Armando Mestre	450	7,9				única	U	sucio
Calle Pre - Universitario Níco López	Armando Mestre	257	6,9				única	U	sucio
Otras Calles (Pasajes A. Mestre)	Armando Mestre	600	6,6				única	U	sucio
Calle Armando Mestre - Cabaña	Armando Mestre	1000	9,2				única	U	sucio
Calle 1ra	Aserrió	86	6,3				única	U	sucio
Calle Mario Muñoz	Aserrió	346	7,8	1,1			única	U	sucio
Calle Otto Parellada	Aserrió	75	7,8	1,3			única	U	sucio
Calle Renato Guitar	Aserrió	890	6,5 9,6	1,4		1,4	doble	U	sucio
Calle Toni Montoto	Aserrió	100	6,8				única	U	sucio
Calle Luz	Atlántico	96	7,3	1,4	1,5	1,5	única	U	sucio
Calle Jose Luis Tasende	Atlántico	105	7,7	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle 8 de Octubre	Atlántico	98	7,6	1,5	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle Baire	Atlántico	129	7,2	1,4	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Parqueo 1	Atlántico	110	6,9	1,4	1,4	1,3	única	U	sucio
Calle Parqueo 2	Atlántico	90	6,8	1,4		1,3	única	U	sucio
Calle Flor Crombet	Atlántico	920	7,9	1,5	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle 10	Brisas del Mar	146	3,8				única	U	sucio
Calle A	Brisas del Mar	129	4,7				única	U	sucio
Calle B	Brisas del Mar	229	6,1				única	U	sucio
Calle D	Brisas del Mar	140	4,8				única	U	sucio
Calle Fito Maceo	Brisas del Mar	394	7,2	1,5			única	U	sucio
Calle G	Brisas del Mar	134	5,9				única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle (Pasaje # 1)	Brisas del Mar	243	3,5				única	U	sucio
Calle (Pasaje # 2)	Brisas del Mar	133	3,2				única	U	sucio
Av. Blas Roca	Caribe	687	9,4	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Adiel Núñez	Caribe	291	8,3	1,5	1,4	1,35	única	U	sucio
Calle Antonio Núñez Jiménez	Caribe	483	9,3	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle C. Benítez (Tramo # 2, Edif. A9)	Caribe	113	7,9	1,5	1,5	1,3	única	U	sucio
Calle Detrás del Telecentro	Caribe	107	6,9	1,4	1,5	1,3	única	U	sucio
Calle Ferrales	Caribe	223	8,5	1,5	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle I. Villalba	Caribe	249	7,7	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle J.R Hinojosa	Caribe	400	8,4	1,4	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Hospital Guillermo Luis	Caribe	400	9,1	1,4		1,7	única	U	sucio
Av.Simon Bolívar (Tramo #2)	Coloradas Nuevas	840	9,6	1,5	1,5	1,5	única	U	sucio
Calle (Angel)	Coloradas Nuevas	106	7,7	1,4	1,5	1,3	única	U	sucio
Calle (Castell)	Coloradas Nuevas	143	7,4	1,5	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle (Enis)	Coloradas Nuevas	403	8,1	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle (Marilis)	Coloradas Nuevas	215	7,4	1,4	1,4	1,3	única	U	sucio
Calle 4 de Abril (Policlínico)	Coloradas Nuevas	466	7,4	1,4	1,3	1,4	única	U	sucio
Calle Detrás Del T.Pueblo-S.I.M.Gómez	Coloradas Nuevas	412	7,2	1,6	1,4	1,5	única	U	sucio
Calle Rubén Martínez Villena	Coloradas Nuevas	8	7,1	1,5	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle Trabajadores Sociales (Conde)	Coloradas Nuevas	453	8,9	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calles Parcelación Coloradas	Coloradas Nuevas	200	7,7				única	U	sucio
Calle 12	Coloradas Viejas	125	6,6				única	U	sucio
Calle 13	Coloradas Viejas	277	5,4				única	U	sucio
Calle 15	Coloradas Viejas	415	5,2				única	U	sucio
Calle 17	Coloradas Viejas	114	4,5				única	U	sucio
Calle 6 (Pasaje # 1))	Coloradas Viejas	40	5,6				única	U	sucio
Calle 6 Coloradas Viejas	Coloradas Viejas	66	5,8				única	U	sucio
Calle 8	Coloradas Viejas	140	5,6				única	U	sucio
Calle D	Coloradas Viejas	81	5,3				única	U	sucio
Calle 16 (Detrás de Oniel)	Coloradas Viejas	214	6,4				única	U	sucio
Calle E	Coloradas Viejas	86	4,6				única	U	sucio
Calle K	Coloradas Viejas	87	4,7				única	U	sucio
Calle Pasaje 3	Coloradas Viejas	123	5,8				única	U	sucio
Calle Pasaje # 2	Coloradas Viejas	50	4,9				única	U	sucio
Calle Pasaje # 4	Coloradas Viejas	50	4,8				única	U	sucio
Calle Virgilio Aguirre	Coloradas Viejas	133	6,9				única	U	sucio
Calle 1 Joselillo	Joselillo	243	8,1				única	U	sucio
Calle 10	Joselillo	76	5,9				única	U	sucio
Calle 12	Joselillo	163	6,2				única	U	sucio
Calle 14	Joselillo	145	8,2	1,4			única	U	sucio
Calle 3	Joselillo	89	6,9				única	U	sucio
Calle 4	Joselillo	110	5,2				única	U	sucio
Calle 5	Joselillo	18	4,8				única	U	sucio
Calle 6	Joselillo	147	5,6				única	U	sucio
Calle 7	Joselillo	180	5,8				única	U	sucio
Calle 8	Joselillo	195	7,7				única	U	sucio
Calle Fito Maceo Joselillo (Pasaje Calé)	Joselillo	165	7,8				única	U	sucio
Calle Fito Maceo Joselillo	Joselillo	660	8,1	1,4			única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle 10 La Laguna	La Laguna	361	6,2				única	U	sucio
Calle 11 La Laguna	La Laguna	533	8,1				única	U	sucio
Calle 2	La Laguna	200	6,5				única	U	sucio
Calle 3	La Laguna	147	5,8				única	U	sucio
Calle 4	La Laguna	75	4,7				única	U	sucio
Calle 5	La Laguna	128	6,2				única	U	sucio
Calle 6	La Laguna	102	6,4				única	U	sucio
Calle 7	La Laguna	124	6,8				única	U	sucio
Calle 8	La Laguna	58	5,8				única	U	sucio
Calle 19	La Playa	162	5,7				única	U	sucio
Calle H	La Playa	193	5,6				única	U	sucio
Calle I	La Playa	95	9,2	1,5	1,5		única	U	sucio
Calle J	La Playa	163	7,1	1,3			única	U	sucio
Calle Manuel Terrero	La Playa	312	7,7	1,5	1,4		única	U	sucio
Calle Turcio Lima	La Playa	173	7,9	1,5	1,5	1,5	única	U	sucio
Calle 10 (y Pasajes)	Los Mangos	400	7,9	1,4	1,5	1,3	única	U	sucio
Calle 3	Los Mangos	200	5,1				única	U	sucio
Calle 4	Los Mangos	100	5,2				única	U	sucio
Calle 6	Los Mangos	70	4,8				única	U	sucio
Calle 7	Los Mangos	150	4,4				única	U	sucio
Ave. 1ro de Enero	Miraflores	378	4,8				única	U	sucio
Ave. 24 de Febrero	Miraflores	272	7,9				única	U	sucio
Calle ¿Amistad ? (Vicente)	Miraflores	142	7,3	1,5	1,6	1,4	única	U	sucio
Calle Ismaelillo	Miraflores	92	5,9	1,5	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Libertad	Miraflores	90	5,9				única	U	sucio
Calle Pedro A . Pérez	Miraflores	375	7,1	1,5	1,6	1,3	única	U	sucio
Calle Pico Turquino	Miraflores	104	8,4	1,4	1,5	1,4	única	U	sucio
Calle Quintín Bandera	Miraflores	120	6,2	1,4	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle Ramallo	Miraflores	134	5,9	1,2	1,4	1,4	única	U	sucio
Calle J Oreste Acosta	Oreste Acosta	287	7,3				única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle K Oreste Acosta	Oreste Acosta	297	7,2				única	U	sucio
Calle (Prolong.de calle K)	Oreste Acosta	59	5,6				única	U	sucio
Calle (Carlos)	Oreste Acosta	35	5,7				única	U	sucio
Calle (Erwin)	Oreste Acosta	35	5,7				única	U	sucio
Calle (Iliana)	Oreste Acosta	35	5,8				única	U	sucio
Pasaje 1	Oreste Acosta	35	5,6				única	U	sucio
Pasaje 11	Oreste Acosta	35	5,4				única	U	sucio
Pasaje 13	Oreste Acosta	35	5,7				única	U	sucio
Pasaje 15	Oreste Acosta	35	5,7				única	U	sucio
Pasaje 17	Oreste Acosta	35	5,7				única	U	sucio
Pasaje 3	Oreste Acosta	67	6,3				única	U	sucio
Pasaje 5	Oreste Acosta	97	7,1				única	U	sucio
Pasaje 7	Oreste Acosta	35	5,6				única	U	sucio
Pasaje 9	Oreste Acosta	35	5,6				única	U	sucio
Calle Reparto Pedro Soto Alba	Pedro Soto Alba	200	7,7				única	U	sucio
Calle 13	Pueblo Nuevo	33	5,8				única	U	sucio
Calle 2 (Pueblo Nuevo)	Pueblo Nuevo	186	7,2				única	U	sucio
Calle 4 (Pueblo Nuevo)	Pueblo Nuevo	232	8,7				única	U	sucio
Calle 6	Pueblo Nuevo	100	7,3				única	U	sucio
Calle Josué País (P.Nuevo)	Pueblo Nuevo	650	7,2				única	U	sucio
Calle Juan Paz Camejo (P.Nuevo)	Pueblo Nuevo	500	6,9				única	U	sucio
Calle Luis Corona (P.Nuevo)	Pueblo Nuevo	500	7,2				única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle Pasaje 1	Pueblo Nuevo	114	6,7				única	U	sucio
Calle Rafael Garcia	Pueblo Nuevo	268	6,7				única	U	sucio
Calle Refugio (P.Nuevo)	Pueblo Nuevo	468	7,4	1,4	1,3		única	U	sucio
Calle Renato Galván.P.Nuevo	Pueblo Nuevo	280	7,2				única	U	sucio
Calle René Ávila	Pueblo Nuevo	78	6,9				única	U	sucio
Calle (Biplantas)	Rolo Monterrey	237	8,3	1,5			única	U	sucio
Calle (Materno)	Rolo Monterrey	140	7,8	1,5			única	U	sucio
Calle 11 (El Martillo)	Rolo Monterrey	301	7,9	1,4	1,4		única	U	sucio
Calle 12 (Policlínico)	Rolo Monterrey	257	9,2				única	U	sucio
Calle 3 (Yaciel)	Rolo Monterrey	367	9,7	1,5	1,2		única	U	sucio
Calle 4ta (Edif. 3,4 y 5)	Rolo Monterrey	328	7,7	1,5	1,4	1,2	única	U	sucio
Calle 6ta (Coreano)	Rolo Monterrey	175	7,7				única	U	sucio
Calle 7 (Canadiense)	Rolo Monterrey	243	8,8	1,5	1,4	1,2	única	U	sucio
Calle 8va (Rotonda # 1)	Rolo Monterrey	338	9,1	1,5		1,1	única	U	sucio
Calle 8va (Rotonda # 2)	Rolo Monterrey	236	8,2	1,5			única	U	sucio
Indalla	Rolo Monterrey	261	8,4	1,5			única	U	sucio
La Vigía	Rolo Monterrey	285	8,9	1,5			única	U	sucio
Calle 1 Vista Alegre	Vista Alegre	225	7,8	1,3	1,5		única	U	sucio
Calle 10 Vista Alegre	Vista Alegre	405	8,9	1,3	1,2		única	U	sucio
Calle 2 Vista Alegre	Vista Alegre	165	9,1	1,5	1,5		única	U	sucio
Calle 3 Vista Alegre	Vista Alegre	162	8,3	1,5	1,5		única	U	sucio
Calle 4 Vista Alegre	Vista Alegre	156	8,2	1,5	1,5		única	U	sucio

<i>Nombre de la calle</i>	<i>Rpto.</i>	<i>L.C. (m)</i>	<i>AC (m)</i>	<i>Aac1 (m)</i>	<i>Aac2 (m)</i>	<i>med (m)</i>	<i>Tipo de calzada</i>	<i>Disp de Lumin</i>	<i>Caract del entorno</i>
Calle 5 Vista Alegre	Vista Alegre	155	8,3	1,5	1,5		única	U	sucio
Calle 6 Vista Alegre	Vista Alegre	140	7,1	1,5	1,5		única	U	sucio
Calle 7 Vista Alegre	Vista Alegre	125	6,7	1,4	1,4		única	U	sucio
Calle 31 de Marzo (Viv.Checa)	Vivienda Checa	613	8,9	1,4		1,37	única	U	sucio
Calle Marabí (Viv.Checa)	Vivienda Checa	528	8,4	1,5		1,42	única	U	sucio
Otras Calles (Pasajes Viv.Checa)	Vivienda Checa	300	7,6	1,4	1,36	1,35	única	U	sucio

Leyenda:

Lc: Longitud de la calle.

Ac: Ancho de la calle.

Aac 1 y 2: Ancho de las aceras 1 y 2.

Disposición de las luminarias:(u) unilateral.

Med: Ancho de la mediana.

Casilla en blanco: Inexistencia o indeterminable.

Anexo: 3

Cantidad de lámparas y Potencia instalada en las vías.

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw)</i>
Calle 1	4	150	0.6
Calle 2	4	150	0.6
Calle 3	3	150	0,45
Calle 4	8	150	1,2
Calle 5 H.Chiquito	8	250	2,0
Calle 7	2	150	0,3
Calle 9 H.Chiquito	11	150	1,65
Calle (Leydi)	5	100,150	0,65
Calle Pasaje 1 (Adonis)	6	100,150	0,8
Calle Pasaje 2 (Frente a Yulaimis)	4	100	0,4
Calle Pasaje 3 (% Pasaje 2 y Calle 2)	5	100	0,5
Calle Vivienda Municipal	5	150	0,75
Calle A	5	150	0,75
Calle B Rpto 5 Dic. Micro 200 - 300	27	250	6.75
Calle D	5	150	0.75
Av. Armando Mestre	26	250	6,5
Barrio Viales 8	12	100,150	1,5
Calle 11	6	150	0.9
Calle 13	6	150	0,9
Calle 3	20	150	3,0
Calle 5	7	150	1,05
Calle 7	7	150	1,05
Calle 9	6	150	0,9
Calle B Principal	13	250	3,25
Calle Barrio Moa Oriental	15	100,150	1,95
Calle Cuproníquel Ensuna	6	150	0,9
Calle Eleusis	6	100,150	0,75

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Calle las 42 Viviendas	12	100,150	1,65
Calle Mantenimiento Constructivo	10	250	2,5
Calle PRE Níco López	14	150	2,1
Otras Calles (pasaje A mestre)	17	100	1,7
Calle A Mestre-Cabañas	20	250	5,00
Calle 1ra	3	150	1,5
Calle Mario Muñoz	10	150	1,5
Calle Otto Parellada	2	150	0,3
Calle Renato Guitar	25	250	6,25
Calle Tony Montoto	3	150	0,45
Calle Luz	3	150	0,45
Calle José Luís Tasende	11	150	1,65
Calle 8 de octubre	4	150	0,60
Calle Baire	5	150	0,75
Calle Parqueo 1	3	150	0,45
Calle Parqueo 2	3	150	0,45
Calle Flor Crombet	26	250	6,5
Calle 10	4	150	0,6
Calle A	4	100	0,4
Calle B	7	100	0,7
Calle D	16	150	2,4
Calle Fito Maceo	11	150	1,65
Calle G	6	150	0,9
Calle (pasaja1)	7	100	0,7
Calle (pasaja2)	7	100	0,7
Avenida Blas Roca	20	250	5.00
Calle Adiel Núñez	11	150	1,65

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Calle Antonio Núñez Jiménez	14	150	2,1
Calle C Benítez(tramo 2)	3	150	0,45
Calle Detrás del tele centro	3	150	0,45
Calle Ferrales	9	150	1,35
Calle I Villalba	9	150	1,35
Calle J.R Hinojosa	11	150	1,65
Calle Hospital Guillermo Luís	13	150	3,25
AV. Simón Bolívar(tram2)	25	250	6,25
Calle Ángel	3	150	0,45
Calle Enis	12	150	1,8
Calle(Marilis)	6	150	0,9
Calle 4 de abril	15	150	2,25
Calle detrás del teatro del pueblo	16	150	2,4
Calle Rubén Martines Villena	1	150	0,15
Calle Carlos M De Céspedes	14	150	2,1
Calle Parcelación Coloradas	6	100,150	0,75
Calle 12	4	150	0,6
Calle 13	8	150	1,2
Calle 15	12	150	1,8
Calle 17	3	150	4,5
Calle 6(pasje1)	6	150	0,9
Calle 6 Coloradas Viejas	15	150	2,25
Calle 8	4	150	0,6
Calle D	2	150	0,3
Calle 16(detrás de Oniel)	6	150	0,9
Calle E	2	150	0,3
Calle K	2	150	0,3

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Calle pasaje 3	4	150	0,6
Calle pasaje 2	1	150	0,15
Calle pasaje 4	1	150	0,15
Calle Virgilio Aguirre	7	150	1,05
Calle 1 Joselillo	13	150	1,95
Calle 10	2	150	0,3
Calle 12	5	150	0,75
Calle 14	4	150	0,6
Calle 3	3	150	0,45
Calle 4	2	150	0,3
Calle 5	3	150	0,45
Calle 6	4	150	0,6
Calle 7	5	150	0,75
Calle 8	5	150	0,75
Calle Fito Maceo(pasaje cale	6	150	0,9
Calle Fito Maceo	30	150,250	5,5
Calle 10 la laguna	10	150	1,5
Calle 11 la laguna	17	150	2,65
Calle 2	8	150	1,2
Calle 3	4	150	0,6
Calle 4	3	150	0,45
Calle 5	4	150	0,6
Calle 6	5	150	0,75
Calle 7	4	150	0,6
Calle 8	4	150	0,6
Calle 19	5	150	0,75
Calle H	6	150	0,9

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Calle I	8	150	1,2
Calle J	5	150	0,75
Calle Manuel Terrero	12	150	1,8
Calle Turcio Lima	10	150	1,5
Calle 10 (pasaje)	10	150	1,5
Calle 3	5	150	0,75
Calle 4	2	100	0,2
Calle 6	2	100	0,2
Calle 7	6	100	0,6
Calle 8	2	100	0,2
Avenida 1ro de Enero	14	250	3,5
Avenida 24 de Febrero	16	250	4,00
Calle Amistad	2	150	0,3
Calle Ismaelillo	4	150	0,6
Calle Libertad	12	150	1,8
Calle Pedro A Pérez	16	250	4,0
Calle Pico Turquino	5	150	0,75
Calle Quintín Banderas	5	150	0,75
Calle Ramallo	4	150	0,6
Calle J Orestes Acosta	8	150	1,2
Calle k Orestes Acosta	15	150	2,25
Calle prolongación K	2	150	0,3
Calle Carlos	1	150	0,15
Calle Edwin	1	150	0,15
Calle Liliana	1	150	0,15
Pasaje 1	1	150	0,15
Pasaje 2	1	150	0,15

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Pasaje 11	1	150	0,15
Pasaje 13	1	150	0,15
Pasaje 15	1	150	0,15
Pasaje 17	1	150	0,15
Pasaje 3	2	150	0,3
Pasaje 5	3	150	0,45
Pasaje7	1	150	0,15
Pasaje 9	1	150	0,15
Calle Pedro Soto Alba	6	150	0,9
Calle 13	2	150	0,3
Calle 2(Pueblo Nuevo)	7	150	1,05
Calle 4(Pueblo Nuevo)	9	150	1,35
Calle 6	3	150	0,45
Calle Josué País	19	150	2,85
Calle Juan Paz Camejo	14	150	2,1
Calle Luís Corona	14	150	2,1
Calle Pasaje 1	3	150	0,45
Calle Rafael García	10	150	1,5
Calle Refugio	16	150	2,4
Calle Renato Galván	8	150	1,2
Calle Rene Ávila	2	150	0,3
Calle Biplantas(roló monterrey	7	150	1,05
Calle Materno	4	150	0,6
Calle 11(Martillo)	9	150	1,35
Calle 12 (Policlínico)	7	150	1,05
Calle 3	10	150	1,5
Calle 4	9	150	

<i>Calles</i>	<i>Lámparas de V.S.A.P.</i>	<i>Potencia(w)</i>	<i>Potencia instalada(Kw.)</i>
Calle 6	5	150	0,75
Calle 7	5	150	1,05
Calle 8 Rotonda 1	10	150	1,5
Calle 8 Rotonda 2	7	150	1,05
Calle Indalla	7	150	1,05
Calle La Vigía	8	150	1,2
Calle 1 Vista Alegre	6	150	0,9
Calle 10 Vista Alegre	12	150	1,8
Calle 2 Vista Alegre	5	150	0,75
Calle 3 Vista Alegre	5	150	0,75
Calle 4 Vista Alegre	4	150	0,6
Calle 5 Vista Alegre	4	150	0,6
Calle 6 Vista Alegre	4	150	0,6
Calle 7 Vista Alegre	4	150	0,6
Calle 31 de Marzo(Vivienda checa	18	250	4,5
Calle Marabi	18	250	4,5
Otras Calles	9	150	1,35
Zona Rural	173	150	29,95
Total			256,250kw

Anexo 4

Cantidad de transformadores de alumbrado por repartos.

<i>Reparto</i>	<i>Cantidad de transformadores a instalar</i>	<i>Capacidad (Kva.)</i>	<i>Voltaje(v)</i>	
			<i>Primario</i>	<i>Secundario</i>
Atlántico	1	15	7620\13200	240\480
26 de junio	2	10	7620\13200	240\480
Armando Mestre	3	10, 15, 25	7620\13200	240\480
Aserrió	1	15	7620\13200	240\480
Brisas del mar	2	10	7620\13200	240\480
Caribe	2	10	7620\13200	240\480
Colorada Nueva	1	10	7620\13200	240\480
Colorada Vieja	2	10	7620\13200	240\480
Joselillo	2	10	7620\13200	240\480
La Laguna	1	10	7620\13200	240\480
La Playa	1	10	7620\13200	240\480
Los Mango	1	10	7620\13200	240\480
Miraflores	3	2(10), 15	7620\13200	240\480
Orestes Acosta	1	10	7620\13200	240\480
Pueblo Nuevo	2	10	7620\13200	240\480
Rolo Monterrey	1	10	7620\13200	240\480
Vista Alegre	1	10	7620\13200	240\480
Zona Rural	2	10	7620\13200	240\480

Anexos 5

Necesidad de Equipos Tecnológicos y Herramientas para el Alumbrado público

<u>Necesidad de Equipos Tecnológicos y Herramientas para la Instalación y el Mantenimiento del Alumbrado Público.</u>				
Listado de recursos	U/M	Precio	Cantidad	Importe
Juego de Llaves - Allen para montaje	U	9,40	4	\$37,60
Taladros eléctricos 127 V, 60 Hz	U	71,35	2	\$142,70
Taladros eléctricos 220 V, 60 Hz	U	68,75	2	\$137,50
Barrenas de 12, 0 mm (1/2)	U	2,35	20	\$47,00
Barrenas de 16, 0 mm (5/18)	U	3,02	20	\$60,40
Pulidora 220V, 60 Hz	U	60,00	2	\$120,00
Juego de Destornilladores de Paleta Fina	U	8,00	4	\$32,00
Juego de Pinzas	U	8,00	4	\$32,00
Cautín	U	4,00	4	\$16,00
Carro Cesta de Alumbrado Público	U	93269,35	1	\$93.269,35
TOTAL				\$93.894,55