

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

MODERNIZACION DEL ALUMBRADO PUBLICO
DE LA CIUDAD DE QUITO

Tesis previa a la obtención del Título de Ingenie
ro Eléctrico en la Especialidad de Potencia.

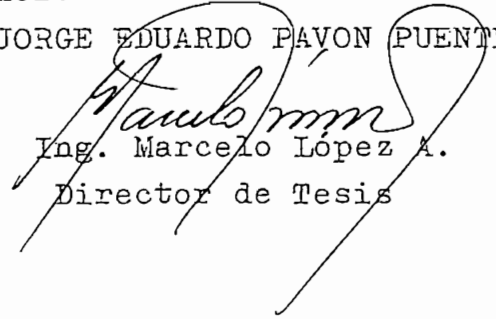
JORGE E. PAVON P.

Quito, Julio de 1.978

CERTIFICADO:

Certifico que el presente trabajo ha sido realizado en su totalidad por el se
ñor.

JORGE EDUARDO PAVON PUENTE


Ing. Marcelo Lopez A.

Director de Tesis

DEDICATORIA:

Todo el gran esfuerzo rea--
lizado en el presente trabajo
los dedico a mi señora e
hijas.

AGRADECIMIENTO:

Por el apoyo moral que en todo momento he recibido durante el proceso del presente trabajo sólo puedo agradecerlas a mi madre, hermanos y familiares con humildad. Especialmente me siento en deuda en la preparación de este trabajo con el señor Ingeniero Marcelo López por su valiosa ayuda.

I N D I C E

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ALUMBRADO PUBLICO

	<u>PAG.</u>	
1.1	Introducción, justificación del presente trabajo.	1
1.2	Nociones fundamentales del Alumbrado Público.	3
1.2.1	Objeto	3
1.2.2	Aspectos a tomarse en cuenta en Alumbrado Público.	4
1.2.3	Criterios a tomarse en cuenta en el diseño de Alumbrado Público.	12
1.2.4	Magnitudes Fotométricas.	18
1.3	Ventajas de una buena iluminación	28
1.4	Recomendaciones. Normas	36
1.4.1	Implantación de los puntos de luz	36
1.4.2	Elección de las características Geométricas de la instalación.	37

CAPITULO II

FUENTES DE ILUMINACION

2.1	Clases de fuentes de iluminación. Análisis de los tipos de lámparas.	47
2.1.1	Lámparas incandescentes.	48

	<u>PAG</u>
2.1.2 Lámparas de descarga	57
2.1.3 Lámparas de vapor de sodio de Baja Presión.	79
2.1.4 Lámparas de vapor de sodio de Alta Presión.	83
2.2 Curvas de rendimiento de las lámparas, curvas de flujo luminoso, Análisis y Conclusiones.	88
2.2.1 Lámparas incandescentes.	89
2.2.2 Lámparas de vapor de mercurio de Alta Presión.	95
2.2.3 Lámparas de vapor de sodio a Baja Presión.	104
2.2.4 Lámparas de vapor de sodio a Alta Presión.	110
2.2.5 Lámparas fluorescentes.	118
2.3 Criterios para la selección de luminarias.	120
2.3.1 Luminarias "cut-off" o de haz recortado.	127
2.3.2 Luminarias "semi cut-off" o de haz semicortado.	127
2.3.3 Luminarias " non cut-off" o de haz no recortado.	127

CAPITULO III

<u>EL ALUMBRADO PUBLICO EN LA CIUDAD DE QUITO.</u>	134
3.1 Sistema actual del alumbrado público en la ciudad de Quito.	134
3.2 Características generales de la ciudad. Zonificación.	165

	<u>PAG</u>	
3.3	Determinación de niveles de iluminación recomen- dables.	174

CAPITULO IV

	<u>DISEÑO Y CALCULO DEL ALUMBRADO PUBLICO PARA AVE- NIDAS Y CALLES DE LA CIUDAD.</u>	190
4.1	Tipificación de avenidas y calles.	190
4.2	Análisis económico comparativo entre tipos de - iluminación.	190
4.3	Proyecto de diseño y cálculo de alumbrado públi- co, Típico.	202
4.4	Sistemas de control.	221
4.5	Selección de equipos y especificaciones.	231
4.6	Mantenimiento de alumbrado público. Normas	237
4.7	Recomendaciones y Conclusiones Generales	240
	Bibliografía .	244

MODERNIZACION DEL ALUMBRADO PUBLICO DE LA CIUDAD
DE QUITO

CAPITULO I

Consideraciones Generales Sobre Alumbrado Público

1.1.- Introducción, justificación del presente trabajo.

Ante el desarrollo inusitado que ha experimentado la ciudad de Quito en esta última década, varios de los servicios indispensables del convivir humano (agua, luz y alcantarillado) han llegado a ser insuficientes.

Dentro de estas necesidades fundamentales se destaca nitidamente el servicio eléctrico y muy particularmente el alumbrado público, como consecuencia a este desarrollo, ha dado origen a fomentar grandes actividades de las fuerzas vivas de la ciudad, tan es así, que han nacido sectores de gran impulso comercial (sector de la Av. Amazonas y en general el norte de la ciudad), industrial y como consecuencia el aumento del tránsito motorizado, actividades de gran impulso que corre paralelamente con el incremento urbano.

Conjuntamente con este gran desarrollo urbano, - trae como consecuencia una serie de problemas que requieren soluciones inmediatas; como el caso que nos ocupa, el Ilustre Municipio de Quito viene canalizando el tráfico, construyendo nuevas arterias viales que sirvan pa

ra mejorar la fluidez del tráfico vehicular y como obra complementaria la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., es la encargada de dotar del correspondiente alumbrado público a las avenidas y calles de la ciudad.

Estas obras que a más de embellecer a la ciudad , propiciando el turismo, dan comodidad a los conductores de vehículos y a los peatones, trayendo por consiguiente mayores velocidades a los primeros e imprevisiones a los segundos. Para dar solución y seguridad a los problemas planteados, propendemos a la realización del presente estudio, que no tiene otro fin que crear mayor comprensión y un interés creciente, con relación al valor de un buen alumbrado público en todas las facetas de la vida moderna y en el que se emplean las últimas técnicas y equipos de iluminación de reciente innovación que dan mejores rendimientos.

1.2 NOCIONES FUNDAMENTALES DEL ALUMBRADO PUBLICO

- 1.2.1 O b j e t o.- El objeto del alumbrado público es permitir a los usuarios de una calzada, circular por ella con toda comodidad y con el máximo de seguridad. De igual manera debe permitir a los automovilistas, circular durante la noche, en condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y velocidad, similarmente a como pueden hacerlo en el día.

Los conductores deben percibir cómo da y rápidamente no solo los bordes de la vía y la superficie de ella, sino también su geometría, las curvas, etc., y los obstáculos fijos o móviles situados sobre la calzada.

El mejoramiento de las condiciones de visibilidad constituye un medio eficaz para reducir la frecuencia de los accidentes y para aumentar la capacidad de tránsito. El alumbrado público debe permitir a otros usuarios de la vía (peatones, ciclistas, etc.) ver sin riesgo de error o de deslumbramiento, todo vehículo que se acerque. Esto es aplicable tanto al peatón que atraviesa la vía, como al que se dispone a atravesarla.

En vista de las consideraciones an-

teriores en la actualidad el Ilustre Municipio de Quito y la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., han tomado un verdadero interés en iluminar las principales avenidas, vías de descongestionamiento de tráfico, como de autopistas, que cada día van -- siendo más congestionadas.

Es obvio que el aspecto económico - tiene un papel preponderante en una instalación - de alumbrado público y con el fuerte incremento - de número de vías iluminadas ha hecho que se descubran nuevas y más eficientes fuentes de luz, tales como las lámparas de sodio de alta presión, - mercurio halogenado y de mercurio de color corregido, que son las que se están imponiendo en nuestro medio, desterrando del alumbrado público a - las lámparas tradicionales de luz fluorescente e incandescente.

1.2.2 ASPECTOS A TOMARSE EN CUENTA EN ALUMBRADO PUBLICO

En alumbrado público es necesario analizar varios aspectos, dentro de ellos los, principales son:

- a) Pérdida de la percepción visual,
- b) Densidad del tráfico.

a) Pérdida de la percepción visual:

La actividad humana en horas de la noche representa más o menos un 30% en promedio -

de la vida de un ser humano y que cada vez viene en aumento. Cabe aclarar que la vista no está preparada para desarrollarse en la obscuridad, consecuentemente, esto hace que los accidentes nocturnos de tránsito reflejen la pérdida de la capacidad visual de los seres humanos, después de la puesta del sol, esto determina a que en el tráfico nocturno los accidentes fatales ocurran durante este período. La probabilidad de un accidente por la noche sea al rededor de 2.5 veces mayor que durante el día, esto en zonas urbanas y lo que es más importante, los accidentes nocturnos suelen ser mucho más graves.

Los accidentes nocturnos se deben principalmente a la desventaja de conducir con una visibilidad limitada, esto hace que se dote de alumbrado público a aquellas calles que no las tienen y se mejoren los sistemas de iluminación a otras, aumentando de esta manera la visibilidad de los conductores y reduciendo los accidentes nocturnos. El estudio e instalaciones de modernos sistemas de alumbrado público es un medio eficaz de salvar vidas humanas.

La tendencia moderna del alumbrado público es mejorar la vida nocturna, de tal manera que, las recomendaciones actuales de los niveles -

mínimos de iluminación de calles han aumentado y están basados principalmente en la sensibilidad visual de una persona normal de 20 años de edad. Sin embargo se a visto que es necesario tomar en cuenta los efectos de la edad en la capacidad visual de las personas que conducen vehículos, debido a la edad promedio.

b) Densidad del tráfico:

Es otro de los factores de tomarse en cuenta en una planificación de un buen alumbrado público, en el caso de la Ciudad de Quito, el tránsito motorizado está pasando por un momento explosivo de crecimiento, lo que ha determinado a la Municipalidad la necesidad de adaptar y modernizar las principales calles y avenidas, así como la construcción de dos autopistas (vías Oriental y Occidental).

A pesar de estos esfuerzos municipales los accidentes de tránsito no han disminuido, más bien cada vez en aumento, de manera que las autoridades responsables van dando seguridades a las avenidas y calles. Dentro de estos medios, el alumbrado público ocupa un lugar destacado, es que el tránsito vehicular tiene su intensidad máxima en las primeras horas de la noche, coincidente con la salida de oficinas, luego decae a más o menos -

un 25%.

Cabe señalar que en el país no existe institución alguna que disponga de una verdadera estadística de datos de los accidentes de tránsito vehiculares, crímenes y demás datos de vandalismo, para en base de ellos detectar la verdadera necesidad de instalar el alumbrado público y adecuado a cada una de las vías.

De acuerdo a los criterios vertidos la solución de un problema de alumbrado exige el análisis previo de los siguientes puntos:

- a) Velocidad de circulación
- b) Tránsito de vehículos
- c) Tránsito de peatones
- d) Necesidad de tener en cuenta los colores.

La experiencia, así como el número limitado de criterios que se juzgan necesarios, aconsejan a no considerar demasiadas clases de alumbrado, como se puede ver en la Tabla # 1-1

TABLA #1-1 CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE ILUMINACION:

Ti po	Criterios	Muy Impor- tante	Impor- tante.	Media	Reduci- da.	Muy Re- du- cida
	Velocidad de Cir- culación.	xxx	xxx			
1	Tránsito de auto- móviles.	xxx	xxx			
	Tránsito de pea- tones.					xxx
	Necesidad de te- ner en cuenta - los colores			xxx		
2	Velocidad de cir- culación.		xxx	xxx		
	Tránsito de auto- móviles.	xxx	xxx			
	Tránsito de pea- tones.	xxx	xxx	xxx		
	Necesidad de te- ner en cuenta - los colores.		xxx			
3	Velocidad de cir- culación.			xxx	xxx	
	Tránsito de auto- móviles.			xxx	xxx	
	Tránsito de pea- tones.			xxx	xxx	
	Necesidad de te- ner en cuenta - los colores.		xxx	xxx		
4	Velocidad de cir- culación				xxx	xxx
	Tránsito de auto- móviles.				xxx	xxx
	Tránsito de pea- tones.				xxx	
	Necesidad de te- ner en cuenta - los colores.				xxx	xxx
5	Velocidad de cir- culación.					xxx
	Tránsito de auto- móviles.					xxx
	Tránsito de pea- tones.		xxx	xxx		
	Necesidad de te- ner en cuenta -					

En principio todas las vías que responden de la misma manera a los cuatro primeros criterios definidos pueden tener una misma iluminación. De tal manera que se pueden agrupar las vías en conjuntos que respondan a un tipo de iluminación de acuerdo a sus características.

Aclarando la tabla #1-1, en el que se indican los 5 tipos de iluminación, se caracterizan de acuerdo a los siguientes criterios admitidos:

- Velocidad de circulación (V) en Km/h.

Muy importante	$V > 90$
Importante	$60 < V < 90$
Media	$30 < V < 60$
Reducida	$V < 30$
Muy reducida	al paso

- Tránsito de vehículos (T) vehículos/hora. La importancia de este tránsito se clasifica, teniendo en cuenta los dos sentidos de circulación, así:

Muy importante	$T > 1.000$
Importante	$500 < T < 1.000$
Medio	$250 < T < 500$

- 10 -

Reducido $100 < T < 250$

Muy reducido $T < 100$

A este conjunto de tipos de iluminación de las cías dadas en la siguiente tabla #2-2

TABLA 1-2 ILUMINACIONES TIPO RECOMENDADAS SEGUN LA NATURALEZA DE LA VIA

Situación	Naturaleza de la vía	Tipo de iluminación.
Campo	Autopista y acceso Carretera interurbana Carretera secundaria	1 1 4
Penetración o circunvalación.	Carretera de penetración de una aglomeración importante Calle de penetración de una aglomeración importante. Circunvalación o avenida - circular.	1 - 2 2 1 - 2
Zona urbana	Calle importante o avenida Calle comercial Calle secundaria Barrio residencial, parque público, ciudadela, etc.	2 2 3 5
Casos Especiales.	Cruce peligroso Redondeles Calle pendiente Puente Plaza pública.	Estudio individualizado.

1.2.3 CRITERIOS A TOMARSE EN CUENTA EN EL DISEÑO DE ALUM

BRADO PUBLICO:

La calidad de iluminación proporcionada para instalaciones de alumbrado público depende principalmente de:

- a) La iluminación en la superficie de la calzada (Nivel de iluminación promedio),
- b) La uniformidad de la iluminación de la calzada,
- c) Y el grado de deslumbramiento.

a) La Iluminación en la superficie de la calzada:

Estos factores están determinados principalmente por las propiedades de las luminarias empleadas, conjuntamente con las propiedades de reflexión de la calzada.

La distribución de las luminarias en la superficie de la calzada está determinada por la geometría de la instalación, la distribución de la luz de las luminarias y las características de reflexión de la superficie de la calzada. Estas características de reflexión no son invariables, siempre están cambiando, debido al desgaste de la calzada causado por el tránsito, las estaciones del año y el grado de humedad de la superficie. En

consecuencia estos cambios de características de reflexión hacen que la calidad de las instalaciones de alumbrado público tampoco sean constantes, sino que deben considerarse como una característica variable.

La tarea del luminotécnico consiste en mantener la variación en la calidad dentro de los límites razonables, por consiguiente la iluminación media debe aceptarse dentro de ciertos límites, que son determinados como producto de la observación en un período largo de tiempo de funcionamiento, sea éste un 95% de tiempo de funcionamiento, los valores estandarizados están dentro de las relaciones de iluminación mínima/iluminación máxima = 0.25 para condiciones mojadas de pavimento, e iluminación mínima/ iluminación máxima = 0.4 para condiciones secas del pavimento.

El nivel de iluminación debe ser su ficientemente capaz de permitir al automovilista distinguir fácilmente todo obstáculo situado sobre la calzada. La iluminación interesa sobre todo a los automovilistas que circulan a gran velocidad. Es también importante en los centros urbanos sobre las avenidas de penetración.

De acuerdo a lo dicho, los niveles medios de iluminación recomendables se indican en la tabla #1-3.

TABLA #1-3 LUMINANCIAS E ILUMINACIONES RECOMENDADAS. VALORES INICIALES. FACTOR MEDIO DE DEPRECIACION

Tipo de iluminación	Luminancia media Pavimento seco cd/m^2	Iluminación media generalmente necesaria en luxes.	
		Calzada clara	Calzada oscura.
Tipo 1	1.5 - 2	15 - 20	30 - 40
Tipo 2	1 - 2	10 - 20	20 - 40
Tipo 3	(0.5 - 1)	5 - 10	10 - 20
Tipo 4		5	5 - 10

b) UNIFORMIDAD DE ILUMINACION EN LA CALZADA:

La calidad de la iluminación depende no solamente de la luminancia promedio en la calzada, sino también y en igual grado la uniformidad de luminancia, la valoración se lo obtiene de la relación entre luminancia más baja y la luminancia promedio de la calzada.

Es necesario que la repartición de la luminancia sea lo suficientemente uniforme para que un obstáculo se destaque por silueta cualesquiera que sea su posición y la del observador. El -

término de "uniformidad general" de la luminancia está dada por la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima. Estos valores se refieren a la Superficie de la calzada situada entre 50 metros y 150 metros delante del observador. La experiencia ha demostrado que la uniformidad longitudinal es igualmente importante, pues su ausencia provoca fácilmente los efectos de "claro y oscuro" y se serpenteo desagradables y en contra de la comodidad y la seguridad. Por otra parte una buena uniformidad transversal permite distinguir claramente el ancho de la calzada y apreciar mejor el sentido de su continuidad. Como para el nivel de luminancia, estas nociones son únicamente válidas para los tipos de iluminación 1 y 2 indicadas anteriormente (ver la Tabla 1-4).

Para los tipos de iluminación 3 y 4, la noción de uniformidad de luminancia no tiene validez, debido a los niveles luminosos débiles. Se hace intervenir en estos casos la noción de uniformidad de iluminación (ver Tabla #5).

TABLA # 1-4 UNIFORMIDAD DE LAS LUMINANCIAS:

Ilumina ción.	Uniformidad general de luminancia L mín/L máx	Uniformidad longitudi-- nal de lumi nancia.	Uniformidad transversal de luminan- cia.	Uniformi- dad media de luminan- cia L mín/ L máx.
Tipo 1	25%	70%	40%	60%
Tipo 2	15%	60%	30%	45%

TABLA # 1-5 UNIFORMIDAD DE ILUMINACION:

Iluminación	Uniformidad media de ilu- minación E mínimo/ E me-- dio.
Tipo 3	15 - 35%
Tipo 4	15%

c) DESLUMBRAMIENTO:

Virtualmente es familiar para todos los usuarios la confusión y el efecto degenerado del deslumbramiento de las instalaciones de alumbrado público. Si son satisfactorias la luminancia y la uniformidad de luminancia en la calzada, la fuerza de observación es considerablemente reducida, que cuando las luminarias dan un elevado deslumbramiento.

En el alumbrado público el deslumbramiento es generalmente producido por las luminarias. Conviene distinguir dos formas de deslumbramiento: "deslumbramiento fisiológico" que disminuye la comodidad visual del ojo inmediatamente y por consiguiente la visualidad, esto sucede después de que las luces brillantes desaparecen queda una disminución residual en la visión hasta nueva adaptación (deslumbramiento sucesivo); la otra forma de deslumbramiento es el "psicológico" que disminuye la comodidad visual y puede provocar nerviosismo y fatiga, la visión normal se recupera inmediatamente después de que el efecto desaparece.

Como el deslumbramiento depende principalmente de la iluminación producida por las

luminarias en los ojos del observador. Para disminuir al mínimo el deslumbramiento es necesario tomar en cuenta las recomendaciones de la CIE en el que se fijan límites a la intensidad luminosa emitida por las luminarias en las direcciones cercanas a la horizontal y esta limitación constituye la base de la clasificación de las luminarias y que se analiza detalladamente en el capítulo II al tratar de los criterios para la selección de luminarias.

1.2.4 MAGNITUDES FOTOMETRICAS:

En alumbrado público es necesario tener presente ciertas definiciones y conceptos, para entenderlo mejor, entre los principales tenemos:

- Flujo Luminoso.- Es la cantidad de luz que emite por segundo una fuente de luz, evaluada según los valores de la eficiencia luminosa relativa.

Símbolo: F

Unidad : Lúmen

- Flujo Luminoso Nominal.- El emitido por una fuente después de 100 horas de funcionamiento en las condiciones normales de utilización.

- Intensidad Luminosa.- (En una dirección). Relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente o por un elemento de fuente en un cono infinitamente pequeño, que tiene por eje esta dirección y el ángulo salido del cono.

Símbolo: I

Unidad : Candela

- Iluminación.- Es el flujo luminoso insidente por unidad de superficie de un metro cuadrado, en el cual es uniformemente distribuido un flujo luminoso de un lúmen.

Símbolo: E

Unidad : Lux

- Iluminación Média.- Es el valor dado por el promedio ponderado de las iluminaciones obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la superficie considerada.

- Eficiencia de una fuente.- Es la relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total absorbida por la fuente.

Símbolo: η

Unidad : Lúmen por vatios: lm/W

- Luminancia.- Es la intensidad luminosa por metro cuadrado de superficie aparente de

luz o de una área iluminada.

Símbolo : L

Unidad : cd/m^2

La luminancia se los expresa por medio de la siguiente fórmula:

$$L = \frac{\phi \cdot r}{S}$$

De donde:

ϕ - Flujo luminoso

r = Factor de reflexión

S' = Superficie aparente = $S \cos Q$

S̄ - Superficie iluminada

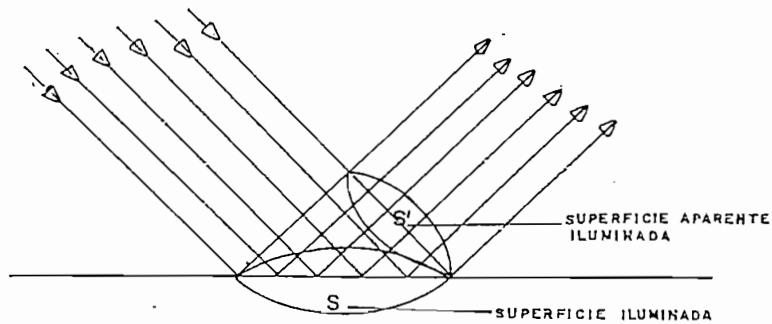


Fig. # 1-1

Para mayor claridad de estos conceptos y unidades, las relacionamos de tal manera que, suponemos un punto luminoso en el centro de una esfera de un metro de radio, que emite luz uniforme - en todas las direcciones (flujo luminoso). Si esta fuente de luz tiene en todas las direcciones una intensidad de iluminación de una candela, el interior de la esfera estará iluminada uniformemente. El interior del ángulo sólido de un estereoradián, circulará un flujo luminoso de un lúmen, por consiguiente la superficie esférica de este ángulo sólido (1 m^2) la intensidad de iluminación valdrá 1 lúmen/m^2 que es igual a un lux, la luminancia de esta superficie para una reflexión del 100% será:

$$L = \frac{E \cdot r}{\rho}$$

$$\frac{1 \times 1}{3,14} = 0,318 \text{ cd/m}^2$$

Ver figura #1-2.

$$S = 1 \text{ m}^2$$

$$\Phi = 1 \text{ lúmen}$$

$$E = 1 \text{ lux}$$

$$L = 0,318 \text{ cd/m}^2$$

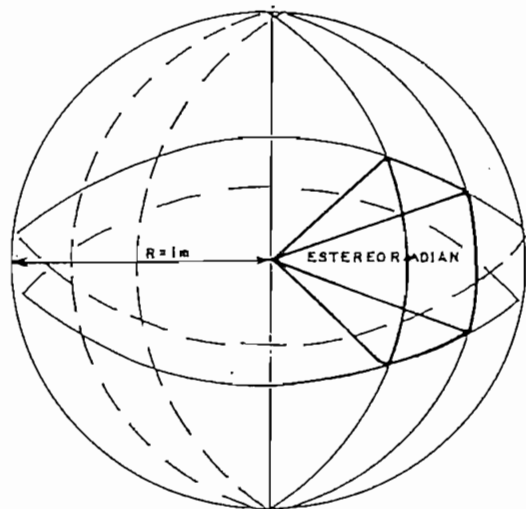


Fig 1-2

- Luminancia Media.- Es el valor dado por el promedio ponderado de las luminancias obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la superficie considerada.

- Eficiencia De Un Conjunto.- Relación entre el flujo total emitido por la fuente y la potencia que absorbe la fuente y todos sus aparatos auxiliares.

Símbolo :

Unidad : lúmen por vatio (absorbido)
lm/w

- Factor De Uniformidad Media de Iluminaciones.- (Sobre una superficie dada). Es la relación entre la iluminación mínima y la iluminación media sobre una superficie dada.

$\frac{E \text{ mín}}{E \text{ med.}}$ (en %)

- Factor De Uniformidad General De Iluminaciones.- (Sobre una superficie dada). Es la relación entre la iluminación mínima y la iluminación máxima sobre una superficie.

$\frac{E \text{ mín}}{E \text{ máx.}}$ (en %)

- Factor De Uniformidad Media De Las Luminancias.- (Sobre una superficie dada). Es la relación en-

tre la luminación mínima de la superficie de la calzada y la luminancia media.

$$\frac{L \text{ mín}}{L \text{ med.}} \text{ (en \%)}$$

- Factor De Uniformidad General De Las Luminancias
(Sobre una superficie dada). Es la relación entre la luminancia mínima de la superficie de la calzada y la luminancia máxima.

$$\frac{L \text{ mín}}{L \text{ máx.}} \text{ (en \%)}$$

- Factor De Uniformidad Longitudinal De Luminancia
Es la medida menor de la relación L mín./L máx.- sobre un eje longitudinal cualquiera de la calzada.

- Factor De Uniformidad Transversal De Luminancia.-
Es la medida menor de la relación L mín./L máx.- sobre un eje transversal cualquiera de la calzada.

- Factor De Utilización.- Es la relación entre el flujo luminoso recibido por la superficie considerada de la calzada y el flujo luminoso total emitido por las fuentes.

$$FU = \frac{F \text{ sobre la superficie considerada}}{F \text{ de las fuentes}} \text{ (en \%)}$$

1.2.4 ASPECTO FUNCIONAL Y ESTETICO:

Para que un alumbrado público cumpla con su función, debe satisfacer su objetivo principi

pal, que es simplemente obtener la máxima visibilidad con comodidad y seguridad.

Es innegable que en los tiempos actuales el alumbrado público ha experimentado un progreso inusitado en la técnica de las fuentes luminosas y de su utilización.

Es interesante comprobar, gracias a la aparición de nuevas fuentes de luz y las técnicas introducidas en las luminarias que hacen que mejoren en su rendimiento, los niveles de iluminación hayan aumentado constantemente, mientras que la potencia para una misma longitud de calzada rara vez ha aumentado.

Para que la iluminación de las principales arterias de tránsito y calles cumplan con su función propia, debe proyectarse dentro de la técnica y de acuerdo a como los recursos económicos lo permita. Los esfuerzos constantes para obtener calles seguras, es iluminar, luz para guiar, luz para detectar puntos peligrosos, luz para suministrar una información visual clara tanto para conductores como para peatones.

La seguridad en la calzada se logra si el alumbrado permite ver a tiempo los obstáculos para poderlos evitar, de tal manera que el crite-

rio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie aparente de 15 cm x 15 cm con un factor de reflexión de 0.15. Se admite que la seguridad se logra si puede distinguirse este obstáculo a una distancia de 10 metros, de un peatón caminando a paso normal.

La seguridad para un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media (60Km/hora) él debe visualizar este obstáculo a una distancia hasta 100 metros. Para velocidades más altas, esta distancia varía entre 100m y 200 metros. Por consiguiente la elección de un buen sistema de alumbrado público dependerá del criterio que se persiga, de la velocidad de circulación, de su densidad y de su naturaleza.

La comodidad en una instalación de alumbrado público, es otro de los criterios dignos de tomarse en cuenta, que depende de su uniformidad, del nivel de iluminación, de la ausencia de deslumbramiento, de la disposición y de la naturaleza de las fuentes luminosas. Estos criterios deben ser escogidos de tal manera que reduzcan al mínimo la fatiga del conductor y disminuyan su tensión nerviosa.

A estos diferentes puntos se agregan las nociones de estética que complementan a la comodidad, es necesario que las luminarias y los postes no solamente constituyan un conjunto bien proporcionado, sino que deben armonizar con la vía a iluminar. La adaptación de la instalación de alumbrado al ambiente arquitectónico es esencial para obtener una instalación satisfactoria dentro del punto de vista estético.

La selección de una instalación de alumbrado público deben tenerse en cuenta las reglas siguientes:

a) REGLAS POSITIVAS:

- Sobriedad de las líneas
- Localización adecuada del centro de gravedad - proporción armónica entre la luminaria, el brazo y el poste.
- Adaptación del estilo al de los edificios aledaños en los barrios con carácter histórico.
- Colaboración entre las empresas responsables del alumbrado público y las autoridades encargadas de urbanismo y de la construcción de las vías.
- No solo es suficiente que la instalación sea eficaz durante la noche, sino que es necesario -

que tenga una buena apariencia durante el día.

- No hay una regla sencilla y universal para obtener una solución estética, pues cada región, cada pueblo, cada calle tiene sus propias características.
- Puede ser necesario prever postes esencialmente diseñados para no cambiar el aspecto de la vía.
- Los brazos murales pueden admitirse en las calles estrechas para no congestionar las aceras.
- Las luminarias deben ser conveniente alineadas y orientadas.
- La altura de suspensión debe seleccionarse en función de los árboles que no deben podarse demasiado; la suspensión central puede ser necesaria en una avenida bordeada de grandes árboles.

b) REGLAS NEGATIVAS O RESTRICTIVAS:

- Exclusión de ciertas formas y contornos complicados, de embellecimientos inútiles, de sobrecargas, de líneas no armoniosas.
- Exclusión de ciertos colores de luz, de mezclas de colores: evitar el sodio de baja presión y el mercurio de color no corregido en zonas residenciales y comerciales.
- Evitar la multiplicación de postes en los grandes espacios descubiertos y adaptar preferente-

mente postes de gran altura provistos de luminarias potentes.

- Se debe evitar el colocar los postes frente a monumentos de carácter histórico o arquitectónico y preferir la colocación frente a la unión de los edificios.

1.3 VENTAJAS DE UNA BUENA ILUMINACION:

Antes de planificar un programa de iluminación de alumbrado público cabe considerar los beneficios que aporta una buena iluminación, para llegar a la solución más eficaz y económica de los problemas particulares de la ciudad.

Los siguientes beneficios elevan como es lógico, el nivel de vida de la comunidad:

a) Inspira un espíritu cívico:

La claridad de un buen alumbrado se presenta alegre y estimulante comparado con la obscuridad de un mal alumbrado. Los resultados de una buena iluminación son sorprendentes e inspiran interés y orgullo en el progreso de la comunidad.

La buena iluminación hace resaltar al sector como un mejor lugar para vivir y emprender negocios, con el nuevo alumbrado público lo toma como una mejora cívica y se enorgullece expresando su satisfacción de varias maneras.

b) Estimula el crecimiento poblacional de la zona.

Una zona poblacional bien iluminada da un aspecto animado, da lugar a la creación de nuevos negocios y al incremento poblacional. Por las noches se sienten seguros y sus calzadas dan un matiz alegre, contrariamente a lo que sucede con una iluminación pobre que da un aspecto triste a la comunidad. Esto es tan cierto no solo en las vías principales y comerciales sino también en las zonas residenciales dando una apariencia de inactividad.

c) Promueve la iniciativa comercial:

los dueños de los establecimientos comerciales coinciden en que una iluminación bien planeada promueve las ventas. Una zona comercial bien iluminada y animada atrae más clientes y contribuye a crear una atmósfera que conduce a la compra. Las propiedades de los sectores bien iluminados se revalorizan, el alumbrado vial moderno ayuda al comercio a contribuir a que la comunidad se desarrolle.

La contribución básica del alumbrado público al movimiento comercial es reflejo del grado en que hace que la comunidad sea un mejor sitio para vivir y promocionarse para atraer nuevos resi

dentes y propicia la formación de nuevas industrias así nuevas actividades.

Un ejemplo típico del mejoramiento de las condiciones comerciales lo tenemos en la Av. 10 de Agosto, a lo largo de los 7 kilómetros que fue instalado el nuevo sistema de alumbrado público, se han establecido varios almacenes comerciales, como también se han incrementado varios edificios de importancia.

Los comerciantes de la zonas vecinas a las avenidas que han sido iluminadas por parte de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., han manifestado que ahora afluyen más gente por la noche. Los restaurantes y los cines reflejan el aumento en asistencia. Nadie puede atribuir ésto con precisión al nuevo sistema de alumbrado público, pero la ciudad de Quito está sintiendo los beneficios económicos y la nueva fisonomía nocturna debido a la bondad del nuevo alumbrado público.

d) Reduce el número de accidentes:

Sucede con frecuencia que los beneficios de la reducción de accidentes y crímenes son considerados como los más apreciables e importantes debido a la buena iluminación nocturna, se puede indicar el siguiente criterio que, cada luminaria de

alumbrado público instalada constituye un policía más.

Es obvio que la mortalidad nocturna en cuanto a accidentes de tránsito se refiere, es de mayor proporción que la diurna, se cree en más de un 50%, considerando de que aproximadamente un 30% del tránsito total circula por la noche (hasta más o menos las 10 p.m.).

Naturalmente, las calles de gran insidencia merecen ser consideradas con prioridad - en todo programa de alumbrado público.

e) Combate el crimen y el vandalismo:

Naturalmente cuando una ciudad o zona es bien iluminada la reducción de crímenes y -vandalismo es notable, desgraciadamente en nues--tro medio no existe institución alguna dedicadas a llevar una verdadera estadística, que nos permita evaluar los beneficios de una buena ilumina---ción.

Como consecuencia, se puede asegu--rar que con el alumbrado público moderno de un nivel bien concebido el público pierde el recelo de salir por la noche; bien sabido es que las calles oscuras después de ser bien iluminadas se convier

ten en claras y atractivos y los negocios prosperan.

Los departamentos de policías encargados de la seguridad de la ciudad, alaban la buena iluminación de calles e indican que es una de las mejores formas de auyentar a los criminales de la ciudad. Se ha expresado que toda lámpara de alumbrado público equivale a un policía.

La obscuridad ha sido siempre una aliada de los criminales y de vándalos. La buena iluminación no sólo desanima a los criminales sino que elimina las oportunidades tentadoras para delincuentes e infractores de la Ley.

1.4 RECOMENDACIONES. NORMAS:

Una vez que se ha aclarado estos conceptos básicos de iluminación, conviene sugerir ciertas recomendaciones y normas a seguirse en alumbrado público, ya que fundamentalmente esta en relación directa a las necesidades de la intensidad vehicular, de la velocidad de circulación y de otros factores que no hay que descuidarlos como el vandalismo por ejemplo.

Es bien cierto que, mientras mayor sea la velocidad media de circulación vehicular,

mayor deberá ser la iluminación de la vía, en vista de que se necesita mayor rapidez de percepción, es decir reconocer los objetos, dependiendo naturalmente de la luminancia de la calzada y de los objetos situados dentro del campo visual.

Se debe aclarar que en nuestro país no existen normas concretas y obligatorias que determinen las características a seguirse ó adoptarse en instalaciones de alumbrado público, sin embargo nos permitimos recomendar ciertas normas a este respecto, basándonos naturalmente en recomendaciones internacionales, como las normas del Comité Internacional de Iluminación (CIE), como la American Standard Assotiation (ASA).

En la tabla #1-6 constan los niveles medios de iluminación, así como también los factores de uniformidad adoptados por la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., valores que han sido determinados tomando en consideración la densidad del tráfico vehicular a una velocidad media de 60Km/h, el tránsito peatonal y el estado social de la zona o sector a iluminarse.

Para el caso específico de la Ciudad de Quito, se ha tomado en cuenta su situación to-

pográfica y su desarrollo longitudinal, en las que existen 3 ó 4 calles de desfogue de todo el tránsito vehicular entre la parte vieja de la ciudad y la moderna.

TABLA # 1-6 NIVELES Y FACTORES DE UNIFORMIDAD MEDIOS DE ILU-
MINACION SOBRE LA CALZADA, TOMANDO EN CUENTA LA CIRCULACION
VEHICULAR

Iluminación	5 lux	10 lux	20 lux	30 lux	40 lux	50 lux
Uniformidad	20%	20%	30%	30%	30%	30%
<u>TIPOS DE VIAS:</u>						
Avenidas principa- les y que atravie- zan zonas comercia les.			300 a 600	600 a 1.000	1000 a 1500	1500 a más
Calles centrales y de gran comercio - (centro Colonial - de Quito).			300 a 500	500 a 1.000		
Avenidas y calles principales de zo- nas residenciales.		100 a 200	300 a 500	500 a 1.000		
Calles residencia- les.		0 a 100				

NOTA: las cifras indican el número de vehículos por hora.

1.4.1 IMPLANTACION DE LOS PUNTOS DE LUZ:

Otro de los factores que intervienen para el éxito de un buen alumbrado público, es la elección adecuada de la disposición de los puntos de luz, para el efecto la Comisión Internacional de Iluminación recomienda cuatro tipos principales de implantación:

a) Disposición Unilateral:

Todas las luminarias se encuentran situadas a un solo lado de la calzada, ésta disposición se recomienda solamente cuando el ancho de la calzada (l) es igual o menor que la altura de montaje (H). En este caso la iluminación del otro lado de la calzada será inevitablemente menor que la del mismo de las luminarias. (ver la fig.#1-3) y (Fig.#1-8)

$$l \leq H$$

b) Disposición a tres bolillo o alternada:

Las luminarias se encuentran situadas en uno y otro lado de la calzada y en formación zig - zág, ésta disposición se emplea cuando el ancho de la calzada esta entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje.

$$l > 1H \text{ y } 1.5H$$

(Ver la Fig.#1-4)

Existen otras implantaciones, pero ellas son el resultado de las combinaciones de las cuatro disposiciones fundamentales anteriores.

Distancia entre postes:

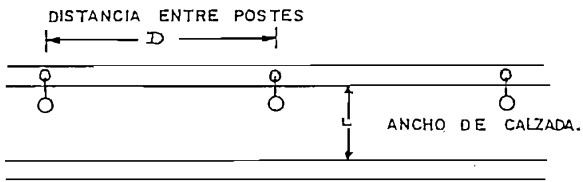


Fig. 1-3

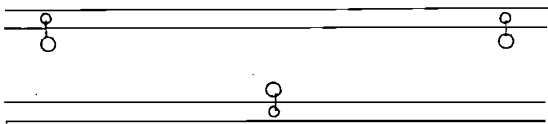


Fig. 1-4

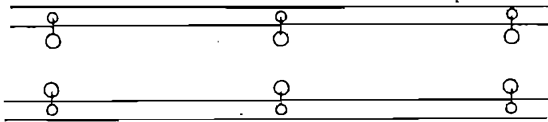


Fig. 1-5

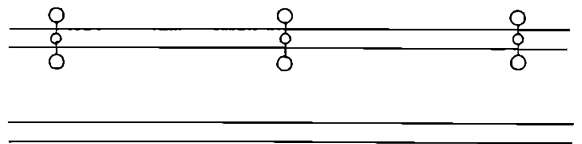
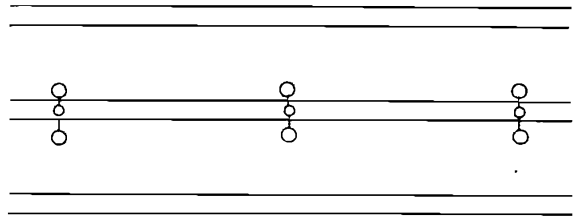


Fig. 1-7

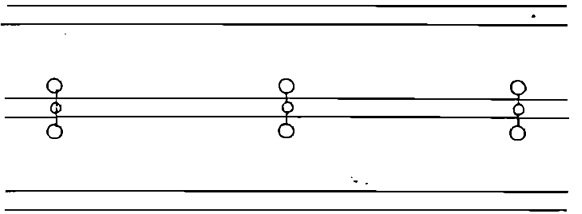


Fig. 1-6

Este tipo de disposición es de mejor rendimiento la iluminación que la anterior, da una mejor uniformidad de iluminación y mejor visibilidad a los dos lados de la calzada.

c) Disposición frente a frente:

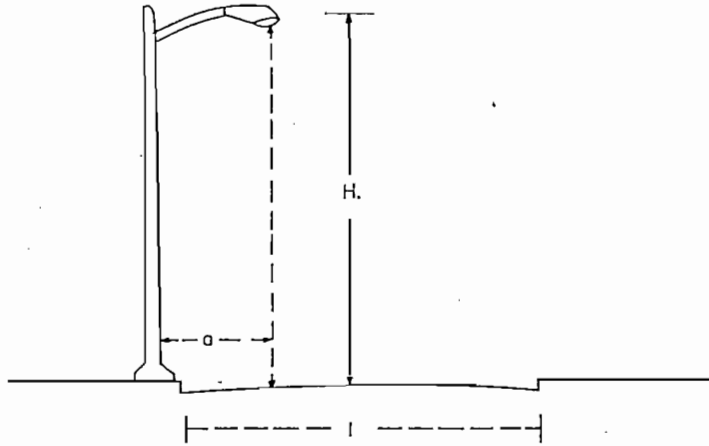
Las luminarias están instaladas a cada lado de la calzada, dispuestas frente a frente, esta disposición se emplea cuando el ancho de la calzada es superior a 1.5 veces la altura de montaje. (ver Fig.#1-5).

$$l > 1.5 H$$

d) Disposición central:

Las luminarias se instalan en el eje de la vía, no es aconsejable para calles estrechas, que su ancho de calzada sea inferior a la altura de montaje y en avenidas que tengan tres calzadas, la instalación central puede ser como un recurso aceptable.

Esta implantación tiene sus inconvenientes, tales como: la atención del conductor no es atraído hacia el centro de la vía; disminuye el nivel de iluminación de la calzada del lado opuesto a la luminaria, que es el lado justo en el que se puede presentar los obstáculos, (ver figuras # 1-6 y 1-7).



a = Avance

l = Ancho de la calzada

H = Altura de montaje de la luminaria.

Fig. # 1-8

1.4.2 ELECCION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA INSTALACION.

a) Altura de montaje:

La altura de montaje de los puntos de luz se selecciona tomando en cuenta la potencia de la lámpara, la distribución de luz de la luminaria y la geometría de las instalaciones, que en alumbrado público son las que ejercen gran influencia en la calidad de la iluminación y sobre sus

costos, por ejemplo si instalamos luminarias a -- gran altura obtenemos:

- Buena distribución de iluminación sobre la calzada,
- Mejor uniformidad de iluminación,
- Disminuye el índice de deslumbramiento, lo que permite instalar lámparas de mayor potencia,
- Se consigue una mayor separación entre luminaria lo que reduce el costo total de instalación,
- El único punto negativo es que disminuye el factor de utilización, ya que una parte del flujo luminoso emitido inside fuera de la zona a iluminar.

Bajo el criterio luminotécnico es aconsejable elevar las alturas de montaje, aunque los aspectos económicos suelen aconsejar ciertos límites, debiéndose llegar a un equilibrio entre ambas tendencias. En la tabla #1-6 se indican en forma orientadora y tomando en cuenta el deslumbramiento, las alturas adecuadas en función del flujo luminoso instalado por luminaria.

TABLA #1-6

ALTURA DE MONTAJE RECOMENDABLES

Potencia luminosa instalada en lúmenes	Altura de montaje en metros
3.000 a 7.000	6 a 7
7.000 a 11.000	7 a 8
11.000 a 25.000	8 a 9
Mayores a 25.000	Sobre los 9

b) Separación entre luminarias:

El espaciamiento es reconocido como la distancia "D" paralela al eje de la calzada entre luminarias consecutivas, para preservar la uniformidad longitudinal, este espaciamiento en términos generales no deberá ser mayor que lo que expresa la relación entre separación y altura de montaje, naturalmente esto está en función del nivel medio de iluminación deseada. (Ver la Tabla # 1-7).

TABLA # 1-7

DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS

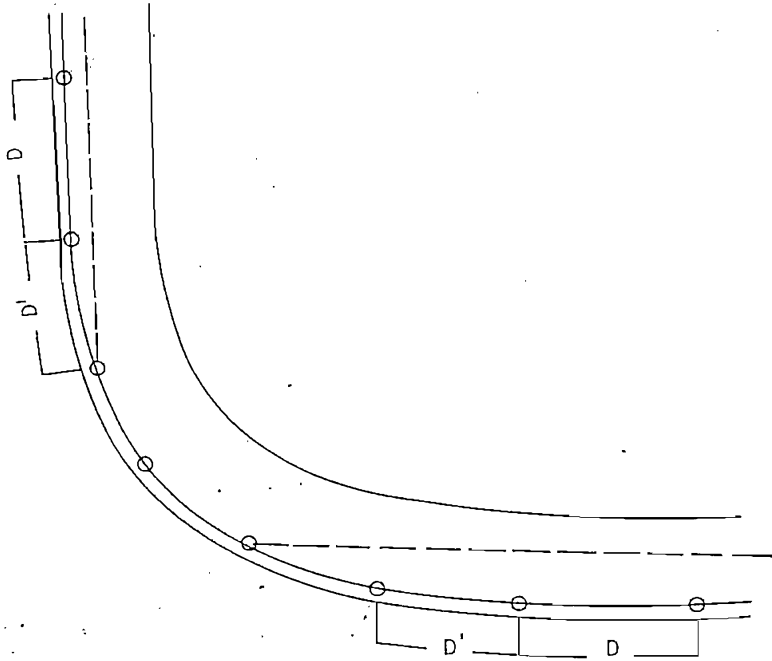
Iluminación media en lux	Altura H (m)	Relación D/H	Disposición de las luminarias.
40 a 50	10 - 12	3 - 5	Unilateral Bilateral al. Bilat. Opos.
30 a 40	8 - 10	3 - 4	Unilateral Bilat. Alter. Bilat. Opos.
20 a 30	8 - 10	3 - 4	Unilateral Bilat. Alter. Bilat. Opos.
10 a 20	6 - 8	3 - 5	Unilateral
5 a 10	3 - 6	4 - 5	Unilateral

c) Disposición de las luminarias en las curvas y -
en las discontinuidades de la vía:

Las recomendaciones que se dan a con
tinuación no constituyen una solución definitiva -
para cada caso particular; el encargado del diseño

debe tener en cuenta las condiciones del tránsito automotor, la importancia relativa de la vía, la localización de monumentos, los obstáculos existentes, las señales de tráfico, etc.. En sitios críticos tales como: bifurcaciones, curvas, cruces, etc., se debe reforzar la iluminación disminuyendo las distancias entre luminarias.

- Las disposiciones de las luminarias en las curvas se colocan únicamente del lado exterior de la curva y cuando más pequeño sea el radio de la curva, más se disminuye el intervalo entre ellas. Es necesario, en todos los casos, prever una luminaria en los puntos donde las prolongaciones de los ejes de circulación interceptan el lado exterior de la curva, la localización de estas luminarias determinan la posición de las otras luminarias en la curva. (Ver fig.# 1-9).



$D' < D$

Fig. # 1-9.

- Cruce en T, ver fig. # 1-10, la luminaria A se instala en el eje del lado derecho de la vía III yendo hacia el cruce. La luminaria A' se instala al mismo lado de la luminaria A de manera que el automovilista que circula según la trayectoria encuentre adelante de él, una luminaria a su entrada en la vía I. La localización de la lumina

ria A determina la disposición de las luminarias - en la vía I.

La luminaria B está situada de tal - manera que el automovilista encuentre delante de - él una luminaria en el momento de cortar la trayectoria tC. Esta luminaria se sitúa a unos 10 me---tros de la esquina del cruce y su localización de-termina la disposición de las luminarias en la vía III.

La luminaria C se instala de tal ma-nera que el automovilista que circula en sentido - I - II según la trayectoria tC encuentre una lumi-naria delante de él el momento de cruzar la vía - III. Esta luminaria se sitúa a unos 10 metros de la esquina del cruce (lado opuesto de la luminaria A) y su localización determina la disposición de - las luminarias en la vía III.

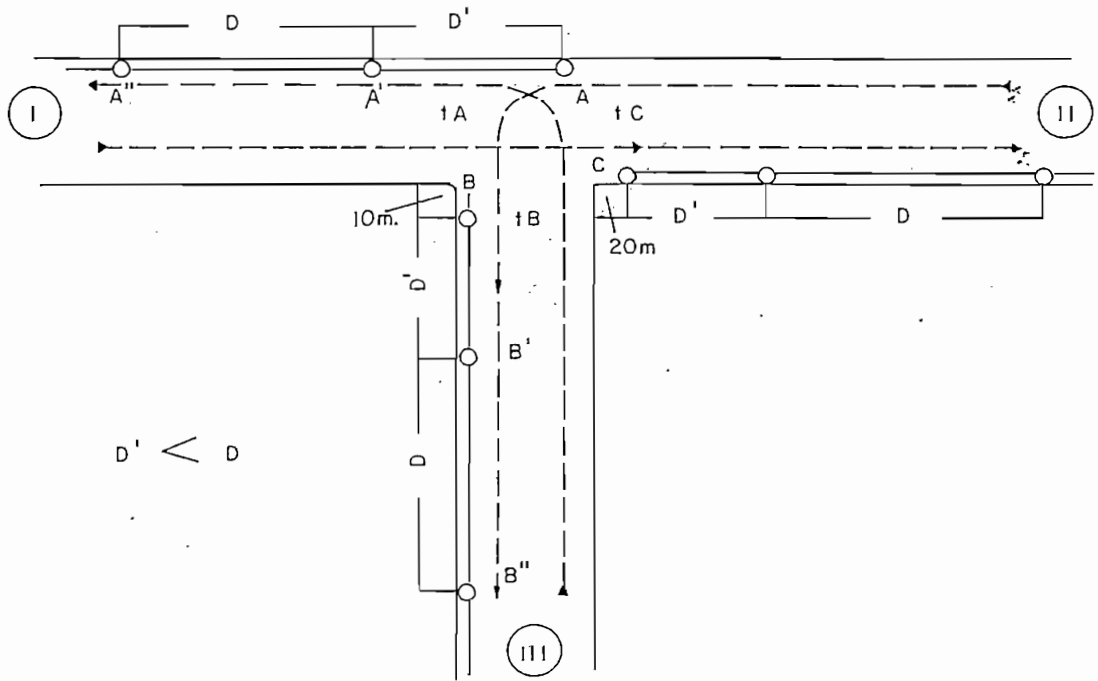


Fig. #1-10

En las proximidades del cruce, es necesario reforzar la iluminación, esto se consigue reduciendo las distancias entre luminarias. La discontinuidad así obtenida en la alineación de las luminarias a lo largo de las vías I y II tiene la ventaja de advertir la existencia del cruce.

- Cruce en X (ver la figura #1-11), en vías de igual importancia, la luminaria A desaparece, solo quedan las luminarias B y C que se disponen simétricamente con relación al centro del cruce -La fi

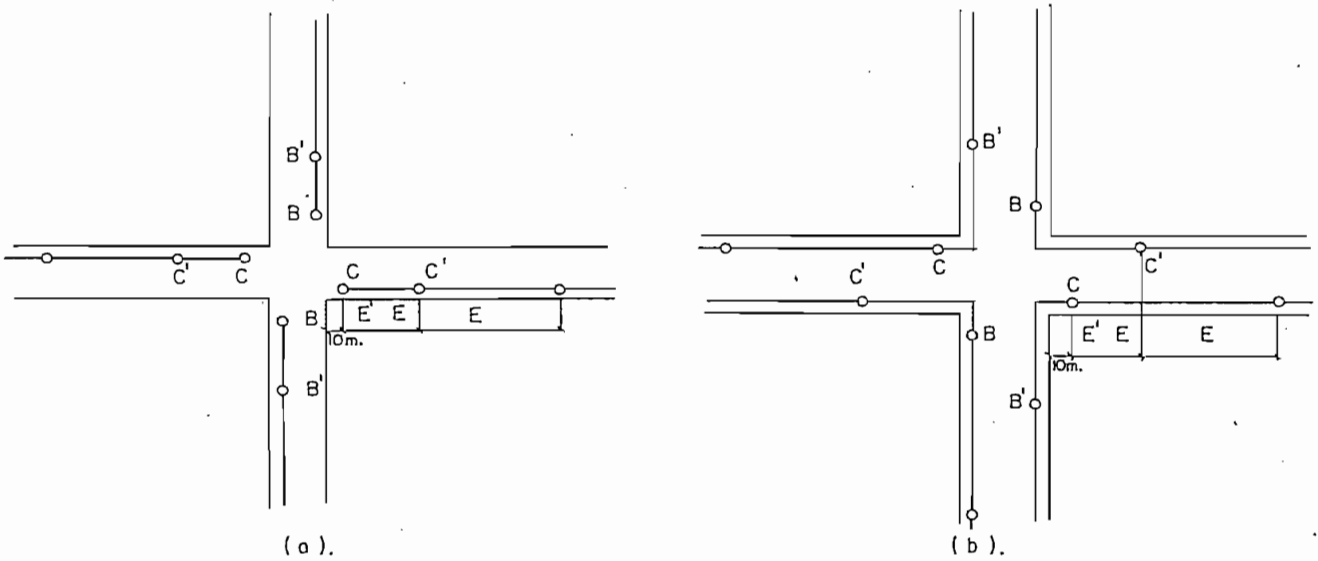


Fig. #1-11

Figura 1-11a - se refiere al caso de la iluminación unilateral, -la figura 1-11b- al de una iluminación bilateral.

- La iluminación de los redondeles es un problema difícil. Aunque cada caso particular se debe estudiar sobre el terreno, se puede formular algunas recomendaciones generales que podrían adaptarse a las condiciones locales.

- TIPOS DE ILUMINACION -

C R I E R I O S	Tipos de luminarias o íón.	- TIPOS DE LUMINARIAS -					LOCALIZACION DE LAS LUMINARIAS -			Características Foto-ópticas iniciales Factor de Mantenimiento 0.7				
		Tipos A Cut-off	Tipos B semi- Cut-off	Tipos C Non- Cut-off	Tipo de iluminación	Altura H (m)	Intervala tanos. D/A.	Disposicion de las luminarias.	Luminancia media Revesti- miento saco	Luminancia normal L.mfn. L.mfn. L.mfn.	Luminancia de trabajo L.mfn. L.mfn. L.mfn.	Luminancia de trabajo L.mfn. L.mfn. L.mfn.	Luminancia de trabajo L.mfn. L.mfn. L.mfn.	Factor de uniformidad m-2/a de iluminación
Velocidad de circulación muy importante. Tránsito de autocóviles muy importante. Tránsito de peatones muy reducido Cantidad de tener en cuenta los colores muy reducido	I	Es	Es	Es	I	10 12	3x5	unilateral	1.5 a 2	25	70	40	30	30
Velocidad de circulación Tránsito de autocóviles muy importante Tránsito de peatones muy importante Cantidad de tener en cuenta los colores	II	Es Es	Es	Es	II	8 10	3x4	bilateral en 3 bolillos.	1 a 2	15	60	30	20 a 30	30
Velocidad de circulación Tránsito de autocóviles Tránsito de peatones Cantidad de tener en cuenta los colores	III	Es Es	Es	Es	III	8 10	3x4	unilateral bilateral en 3 bolillos en opuesta	0.5 a 1	15	50	30	10 a 20	30
Velocidad de circulación Tránsito de autocóviles muy reducido Tránsito de peatones reducido Cantidad de tener en cuenta los colores	IV	Es	Es	Es	IV	6 8	3x5	unilateral	-	-	-	-	5 a 10	30
Velocidad de circulación Tránsito de autocóviles muy reducido Tránsito de peatones importante Cantidad de tener en cuenta los colores	V	Es	Es	Es	V	3 5	4x5	unilateral	-	-	-	-	5 a 10	20

E = altura D = distancia entre luminarias I = ancho de la calzada FOMI Pa = Socio E, H = K-puerto halogenado Rg = K-recubrimiento color corrugado
 Es = admisible a = admisible R = K-geométrico a = admisible R = K-geométrico a = admisible R = K-geométrico

CAPITULO II

FUENTES DE ILUMINACION

2.1 Clases de fuentes de iluminación. Análisis de los tipos de lámparas:

A principios del siglo XIX, apenas existían fuentes de iluminación artificial a base de velas de cera; después se extendió el uso de lámparas de aceite. Esta limitadísima variedad de fuentes de luz era utilizada para todo y por todos, pero ante la necesidad de combatir las tinieblas de la noche y eliminar los peligros, éstos problemas indujeron a seguir investigando a fin de llegar a una lámpara de mejor rendimiento. Es así como en el año de 1.879 Edison construyó la primera lámpara de aplicación práctica, a partir de esta invención personas y fábricas especializadas en la construcción de lámparas han desarrollado rápidamente variadísimos tipos de lámparas, como reconocimiento a la función positiva que desempeña en el alumbrado artificial. Los tipos de lámparas no solo difieren en su forma y tamaño, en su rendimiento, en su resistencia mecánica, sino también por la clase de luz que emiten.

Actualmente existen muchas clases de lámparas y su elección depende siempre del campo de aplicación o de las exigencias de cada caso particular. Para el alumbrado público se emplean -- principalmente cuatro tipos básicos de fuentes de iluminación que son:

- Lámparas incandescentes,
- Lámparas fluorescentes,
- Lámparas de vapor de mercurio,
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión,
- Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Las fábricas productoras de lámparas han introducido una serie de mejoras en su construcción, empleando gases a presión y aditamentos metálicos, estos progresos han hecho que se disponga de una gran variedad de lámparas.

Ahora analicemos a cada uno de los tipos enunciados:

2.1.1 LAMPARAS INCANDESCENTES:

Las lámparas incandescentes son las primeras que se fabricaron con fines comerciales, -- consecuentemente son las más antiguas.

La lámpara incandescente para alum--

brado general es un termoradiador compuesto por un filamento metálico de Tungsteno en forma espiral, alojado en el interior de una ampolla de vidrio y calentado al rojo blanco por la corriente eléctrica, de manera que, a más de calor también emite luz; sin embargo es muy poca la energía luminosa que se obtiene, comparada con la calorífica que se irradia, lo que quiere decir que una gran parte de la energía eléctrica transformada se pierde en calor y por ello el rendimiento en la transformación luminosa en las lámparas incandescentes normales es pequeño, variando su valor de un 3% a un 10% según el tipo y la potencia de la lámpara.

Compensando con ese bajo rendimiento, la lámpara incandescente posee la ventaja de que su construcción es sencilla y su funcionamiento simple, no requiere de accesorios de conexión (cebador, balastro, etc.).

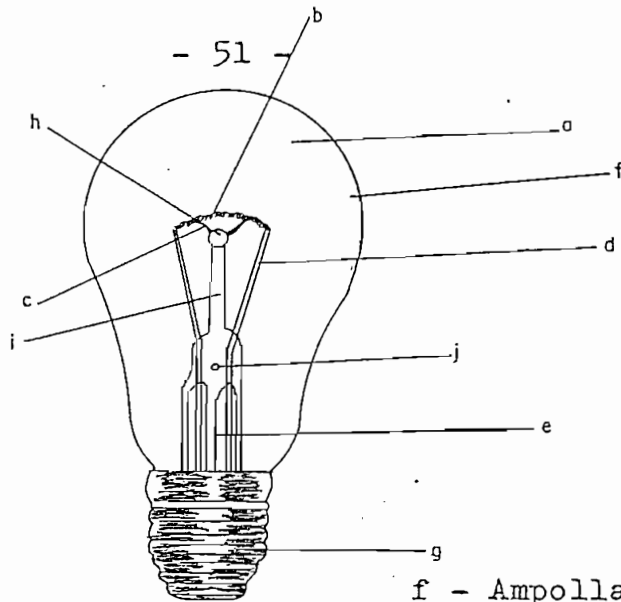
A pesar del limitado rendimiento luminoso conseguido en las lámparas incandescentes para alumbrado general, estos radiadores térmicos han conseguido imponerse con éxito en la práctica del alumbrado, particularmente en interiores, ya que sus propiedades se han mejorado cada vez más, adaptándose sus formas constructivas a los distintos casos de aplicación.

Es conveniente analizar las características principales de una lámpara incandescente. Para visualizar mejor se ha tomado como ejemplo - una lámpara standard con espiral sencilla, ver la figura # 2-1, cuyos componentes principales son - los siguientes:

a) Atmósfera gaseosa:

Todos los estudios realizados para - mejorar el rendimiento luminoso de las lámparas in candescentes han conducido a mantener lo más eleva da posible la temperatura de incandescencia del fi lamento, sin que diera lugar a la evaporación y -- destrucción del filamento; para evitar este fenóme no se ha procedido a vaciar la ampolla de vidrio - completamente extrayendo el aire de su interior y llenándolo con un gas noble (neutral) a una deter- minada presión, de esta manera se evita la evapori zación rápida del filamento de tungsteno y puede - soportar una temperatura de funcionamiento más ele vada, aumentando la transmisión del calor del fila mento a través del gas hacia la ampolla de vidrio.

El gas noble dentro de la ampolla de vidrio, ayuda a elevar la temperatura de incandes- cencia del filamento de tungsteno de 2.300°C a - 2.700°C , aumentando el rendimiento luminoso de las



a - Gas noble

b - Filamento

c - Sportes de filamento

d - Conductores

e - Vástago de vidrio

f - Ampolla de vidrio.

g - Casquillo

h - Botón de vidrio

i - Tubo de evacuación del aire.

Fig. # 2-1

lámparas incandescentes.

b) Filamento:

El elemento físico de la lámpara incandescente que determina el rendimiento luminoso es el filamento incandescente, es posible que la temperatura de incandescencia llegue a 4.300°K .

En la actualidad se emplea filamentos de tungsteno, en forma de espiral, porque entre todos los metales que pueden ser útiles posee el mayor punto de fusión de 3.400°K a 3.675°K . En

las lámparas de alta calidad se emplean filamentos ondulados, en vista de que presentan mayor superficie de irradiación y un mínimo de superficie de pérdidas por conducción.

El filamento luminoso que constituye la parte principal de la lámpara debe tener las siguientes características:

1.- Elevada resistividad:

La temperatura del hilo conductor depende esencialmente de su resistencia, ya que la potencia y la tensión son parámetros fijos para cada tipo de lámpara; a su vez la resistencia será más elevada cuando el filamento tenga mayor longitud y menor sección; también dependerá de la resistencia específica del material, siendo el más adecuado el de más elevada resistividad.

2.- Elevado punto de fusión:

La temperatura ha de ser muy elevada, es necesario un material que no se descomponga a elevadas temperaturas, esto quiere decir que su punto de fusión sea elevado.

3.- Económico:

Desde el punto de vista económico, el material ha de ser relativamente barato para que el precio de la-lámpara resulte asequible.

4.- Ductivilidad:

En cuanto se refiere a las propiedades mecánicas, el material ha de ser dúctil para que pueda estirarse en alambres de poca sección, sin romperse ni deformarse.

De tal manera que un material que se emplea como filamento de lámparas incandescentes debe reunir estas cuatro propiedades esenciales:

- Elevada resistividad,
- Elevado punto de fusión,
- Ductivilidad, y
- Economía.

Existen muy pocos materiales naturales o artificiales, que cumplan con estas cuatro condiciones, la tabla # 2-1 indica las propiedades de algunos materiales que pueden ser empleados como filamentos de lámparas incandescentes.

TABLA # 2-1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES INCANDESCENTES

MATERIAL	Punto de fusión grados °K	Peso específico gramos por cm ³	Resistivi- dad a 20°C
Vanadio	1.988	5.5	0.1
Platino	2.037	21.4	0.1
Iridio	2.633	15.8	0.06
Osmio	2.773	22.5	0.1
Molibde no.	2.853	10.2	0.4
Tantalo	3.073	16.6	0.15
Tungste no.	3.668	19.1	0.04
Carbón	3.803	1.5	40.0

Como puede observarse del cuadro, -- los materiales de mayor fusión son el carbón y el tungsteno, además, el carbón es el material más económico, pero las lámparas con filamento de carbón tiene una vida muy limitada y tiene muy alta resistividad de tal manera que en la actualidad el tungsteno es el material empleado casi exclusivamente para filamento de lámparas incandescentes.

c) Soportes para el filamento:

El filamento de tungsteno se mantiene en su posición por medio de alambres de molibdeno, los mismos que estan sujetos a un botón de vidrio (c) situado en el extremo de la varilla del mismo material (i). Fig.#2-1.

d) Entradas de corriente:

Los hilos de conexión para la llegada de la corriente eléctrica constan de tres partes:

- Alambres de níquel, que van desde el filamento hasta el vástago, estos alambres actúan también como soporte del filamento.
- Conductores de hierro-níquel recubiertos de cobre, se encuentran dentro del soporte de vidrio, estos conductores tienen la particularidad de te

ner el mismo coeficiente de dilatación del vidrio, garantizando de esta manera que el vacío dentro de la ampolla sea perfecto.

- Conductores de cobre, desde el soporte de vidrio hasta el casquillo.

e) Vástago de vidrio:

Por el interior de esta pieza pasan los conductores. Este soporte está provisto de un tubo de evacuación (j) que sirve para extraer el aire contenido en el interior de la ampolla, reemplazándolo con gas, este tubo se cierra y se lo tapa con el casquillo.

f) Ampolla:

La ampolla de la lámpara es de vidrio y presentan diferentes formas y acabados, esta ampolla con el casquillo aíslan al filamento del medio ambiente y al mismo tiempo permite la transmisión del calor emitido por el filamento al exterior, manteniéndose la temperatura dentro de los límites aceptables.

g) Casquillo:

El casquillo es el elemento de la lámpara cuya función consiste en cerrar herméticamente la ampolla por medio de una masilla de resina artificial y conectar a la fuente de alimentación la -

lámpara.

La forma y dimensiones de los casquillos responden a las normas de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). De acuerdo con ellas, la designación de los casquillos se hace por medio de letras y números que facilitan el reconocimiento de los mismos, así tenemos que, para lámparas de 10 W a 200 W, el casquillo se identifica como E-27, y para lámparas de 300 W a 2.000 W, el casquillo se identifica como E-40.

Los fabricantes de lámparas están tratando de normalizar las potencias y las tensiones de las lámparas incandescentes, las potencias normalizadas son las siguientes:

10 - 15 - 25 - 40 - 60 - 75 - 100 - 150

200 - 300 - 500 - 750 - 1.000 - 1.500 - 2.000

Las tensiones que se recomiendan como normalizadas son las siguientes:

110 - 115 - 120 - 130 - 220 - 240 voltios.

2.1.2 LAMPARAS DE DESCARGA:

Antes de analizar a los tipos de lámparas de descarga, como son las de mercurio y de sodio, es necesario recordar previamente cuales son los principios en los que se fundamenta su funcionamiento y que accesorios son necesarios.

Dentro del tubo de descarga se produce lo siguiente: el paso de la corriente eléctrica produce invariablemente una ionización; los electrones libres conducen cargas negativas al electrodo positivo, y los iones, cargas positivas al electrodo negativo. Los electrones puestos en movimiento de esta manera producen una ionización por choque con otros electrones, y a medida que la tensión aumenta, el gas llega a ser lo suficientemente conductor para permitir el paso de la corriente entre los electrodos.

Una vez iniciada la descarga en el gas, comienza la emisión de luz, como la corriente a través del tubo de descarga aumenta la ionización la resistencia de la columna decrece y la temperatura sube. Debido a la disminución de la resistencia, crece la corriente, con lo que se acelera la subida de la temperatura. En un tiempo muy corto este proceso se desarrollaría de tal manera, que o bien se destruiría la lámpara o se fundiría el fusible de la red de alimentación. Para que no ocurra esto es necesario tomar ciertas medidas a fin de disminuir estos efectos de la "característica negativa" de la descarga en el gas. Esta denominación se refiere a la propiedad que tiene la descar

ga en el gas, es decir la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura. El cobre como el filamento de una lámpara incandescente, tiene una característica positiva es decir la resistencia aumenta con la temperatura.

De lo analizado anteriormente se deduce que una descarga en gas o en vapor metálico es comparable desde el punto de vista eléctrico, a una resistencia que posea la propiedad de disminuir al aumentar la temperatura (característica negativa). Otra propiedad de esta descarga consiste en la diferencia existente entre la tensión de cebado y la de funcionamiento, siendo esta última mucho más baja que la primera; debido a esta situación no se puede conectar una lámpara de descarga a gas directamente a la tensión de alimentación, para estabilizar la corriente es necesario instalar en el circuito de alimentación una reactancia inductiva.

En la figura # 2-2 se representa una lámpara de gas (L) conectada en serie una reactancia (R) y un condensador C. Esta reactancia se denomina comunmente BALASTO, un instante antes del cebado no circula ninguna corriente por el circuito, con lo que la tensión de la red queda aplicada a los electrodos de la lámpara. Una vez cebada la

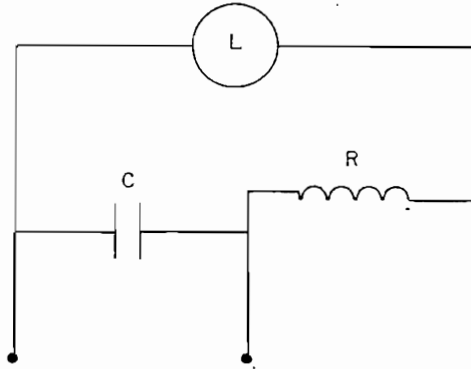


Fig. # 2-2

lámpara, pasa una corriente y la tensión esta aplicada a los extremos de la lámpara y a la reactancia, funcionando la lámpara, por lo tanto, con una tensión inferior a la del cebado. Si la resistencia de la lámpara cae hasta un valor muy bajo, como ocurre con las lámparas de mercurio inmediatamente a continuación del cebado, la corriente no puede adquirir un valor mayor que el permitido por la reactancia.

La corriente alterna que pasa por la lámpara está retardada con respecto a la tensión de alimentación a causa de la inductancia del accesorio eléctrico (R).

La figura 2-3, se puede observar que

la corriente alterna se interrumpe dos veces por período, cuando la tensión aplicada a los electrodos atraviesa el valor cero (en el punto a), no circula ninguna corriente de descarga. La lámpara se apaga un instante antes, porque la tensión no

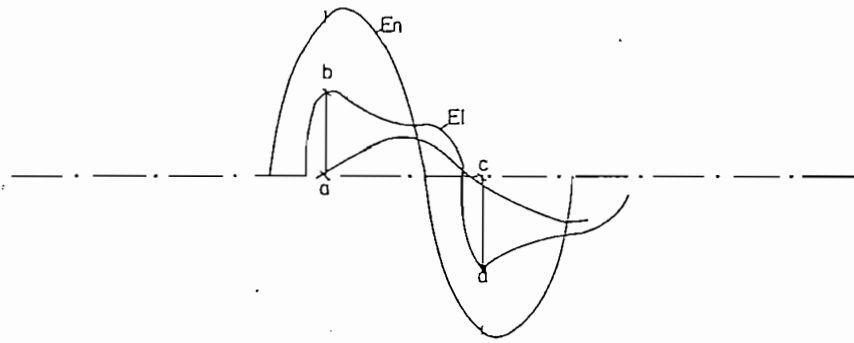


Fig. # 2-3

es suficiente para mantener la ionización al nivel deseado Instantáneamente el gas tiende a recuperar su estado de equilibrio con los iones mezclados con los electrones libres, formando de nuevo átomos completos. Pero antes de que este estado de cosas llegue a tener lugar, la tensión ha adquirido el valor (en el punto b) suficiente para vencer la resistencia del gas, que todavía se encuentra

ionizado debilmente y el cebado se produce nueva--
mente en el punto b. Igual comportamiento tiene -
el siguiente semiciclo.

Como la emisión de luz cesa durante
las interrupciones de la corriente, como esto ocu--
rre dos veces por período, en una frecuencia de 60
ciclos se producen 120 períodos de obscuridad. Es
tos períodos de obscuridad resultan ser más cortos
instalando en serie con la lámpara una resistencia
inductiva. Mientras por una parte mejoramos la -
emisión de luz por otra desmejoramos el factor de
potencia, a consecuencia del retardo de la corrient
e con respecto a la tensión; este fenómeno puede
corregirse como sea necesario instalando un condens
ador "C" en paralelo con el circuito inductivo RL,
según se puede observar en la figura #2-2.

Estas frecuentes interrupciones de -
la corriente dan origen a fenómenos secundarios -
que se traducen en generadores de corriente de al--
ta frecuencia, que pueden llegar a la red de ali--
mentación, dando lugar a perturbaciones radioeléc--
tricas. Para evitar su propagación, la inductan--
cia (bobina) crea un obstáculo que impide la pene--
tración de corriente de alta frecuencia a la red.

De acuerdo a lo analizado, se indican las principales funciones que desempeñan los balastos para lámparas de descarga. Deben cumplir con los siguientes requisitos principales:

- a) Suministrar el voltaje del circuito requerido para encender la lámpara.
- b) Mantener en el circuito balasto-lámpara las condiciones necesarias para permitir una adecuada "corriente de calentamiento" (criterio que se explicará al hablar de lámparas de mercurio).
- c) Controlar la corriente de lámpara manteniéndola dentro de sus límites especificados en las normas correspondientes.
- d) Procurar una buena forma de la onda de corriente de la lámpara para evitar el deterioro permanente de la lámpara y obtener de ella su máxima potencia lumínica.
- e) Mantener una buena regulación en el circuito de la tensión en la línea de alimentación.
- f) Ser eficiente creando el mínimo posible de pérdidas.
- g) Garantizar la máxima seguridad posible al circuito.
- h) Tener una larga vida útil.

- i) Cumplir estrictamente con todas las normas correspondientes de funcionamiento y seguridad.
- j) Ser lo más pequeños y livianos posibles.
- k) Permitir un costo bajo que haga atractivo un sistema de alumbrado.

Existen varios tipos de balastos que cumplen con estas funciones, que están en relación con los circuitos utilizados para el encendido de las lámparas de descarga, son los siguientes:

- 1.- Reactancia inductiva, instalada en serie,
- 2.- Autotransformador autoregulado,
- 3.- Potencia constante (Vatíaje constante).

Analícemos brevemente a cada uno de estos balastos.

- 1.- El balasto inductivo, que normalmente se le conoce como "reactor serie", se lo emplea normalmente para el encendido y operación de las lámparas de vapor de mercurio, es el más económico, pequeño y ligero de cuantos se fabrican. Se utilizan cuando la tensión de la línea de alimentación es bastante estable.

Sus principales ventajas son:

- a) Resulta muy económico,

- b) Es pequeño y liviano,
- c) La corriente de lámpara sufre una deformación mínima,
- d) Ocasiona pérdidas muy pequeñas.

Sus principales desventajas son:

- a) Es el que mantiene peor regulación ($\pm 5\%$).
- b) Su utilización es muy limitada pues el voltaje de circuito es el mismo que el de línea, debe ser lo suficientemente alto para que se logre el encendido de la lámpara.
- c) La corriente de línea durante el encendido de la lámpara es mayor que en operación normal, lo cual complica la protección del circuito,
- d) Si la lámpara se encuentra en corto circuito, se tiene una elevada corriente de línea,
- e) El circuito de la lámpara no puede ponerse a tierra,
- f) La lámpara puede rectificarse (esto se explica al hablar de lámparas de vapor de mercurio),
- g) La lámpara se extingue fácilmente si la tensión de línea disminuye.

2.- Los autotransformadores autoregulados, se los emplea más en lámparas de vapor de mercurio y en lámparas de vapor de sodio, es la solución intermedia entre los reactores en serie y el balasto de poten

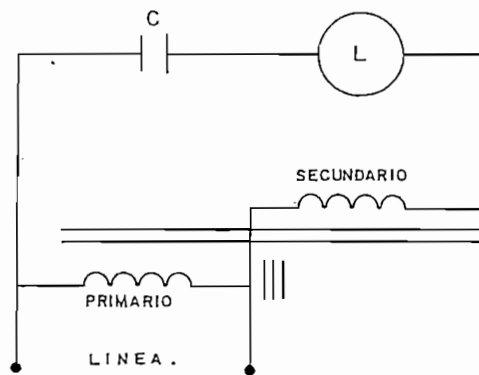
cia constante.

En la figura 2-4 puede observarse la conexión eléctrica existente entre los bobinados primarios y secundarios de éste tipo de balasto.

La definición aplicable a balastos se refiere a la relación que existe entre la tensión de alimentación del conjunto balasto-lámpara y la potencia de esta última. De tal manera que la regulación del autotransformador autoregulado queda entre los siguientes límites:

Variación en la tensión de línea	Variación en la potencia de lámpara
$\pm 10\%$	$\pm 5\%$

Debido a que existe una conexión eléctrica entre los embobinados primario y secundario en este tipo de balasto, resulta imposible poner a tierra el circuito de la lámpara.



-Fig. # 2-4

Este balasto autotransformador autorregulado requiere de una menor corriente de línea durante el arranque de la lámpara que cuando está funcionando a su plena intensidad.

El efecto de rectificar que muestran las lámparas de descarga durante su arranque, es evitado por el balasto autotransformador autoregulado, lo cual simplifica la protección del circuito.

Un buen balasto autotransformador autorregulado produce pocas pérdidas de potencia durante su operación normal.

Un balasto de este tipo que estamos analizando, bien diseñado y construido mantiene una buena forma en la onda de corriente de lámpara.

El autotransformador autoregulado soporta caídas considerables de tensión en la línea sin que se extinga la lámpara.

- 3.- Balasto de "Potencia constante" (Vatíaaje constante) este balasto representa la solución óptima al problema de arranque de las lámparas de descarga de gas.

En la figura #2-5, se puede observar que no existe conexión eléctrica entre los circui-

tos primario y secundario, siendo el acoplamiento magnético exclusivamente.

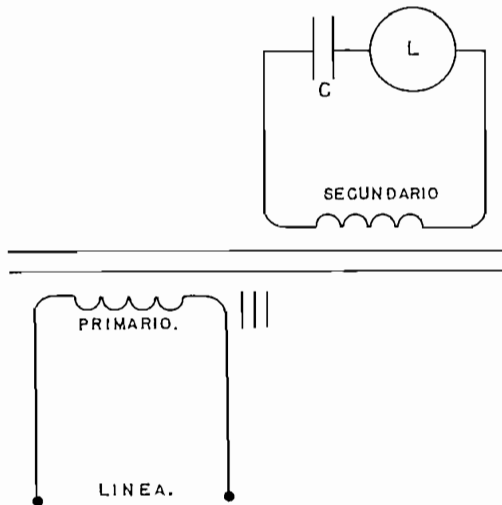


Fig. # 2-5

La regulación (relación entre la tensión de alimentación del conjunto balasto-lámpara y la potencia de esta última) de un balasto de "potencia constante" queda entre los siguientes límites:

Variación de la tensión de línea	Variación de la potencia de lámpara
$\pm 13\%$	$\pm 2\%$

Estos valores muestran la superioridad de este tipo de balastos en relación a los de-

más. En redes de alimentación con frecuentes variaciones de voltaje, el balasto de "potencia constante" proporciona una operación más estable y -- alarga comparativamente la vida de la lámpara.

El balasto de potencia constante requiere de una menor corriente de línea durante el arranque que cuando la lámpara funciona a plena intensidad.

En el balasto de "potencia constante" el circuito es eléctricamente independiente del -- primario, siendo magnético exclusivamente el acoplamiento entre ambos. Ello permite poner a tierra el circuito secundario, al que va conectada la lámpara, sin importar las condiciones de la tensión de alimentación.

En el balasto de "potencia constante" el capacitor está aislado eléctricamente del circuito primario, por lo que nunca esta sujeto a impulsos transitorios de importancia. Esto desde -- luego, tiende a prolongar la vida útil del balasto.

El efecto rectificador que muestran las lámparas de descarga durante su arranque, es -- evitado por el balasto de "potencia constante" lo cual simplifica la protección del circuito.

El balasto de "potencia constante" -

debe ser diseñado de tal manera para mantener las pérdidas en operación a un nivel mínimo. Gracias a ello puede utilizarse actualmente un balasto de circuito indiscutiblemente superior a un bajo costo de operación.

Gracias a un cuidadoso diseño y construcción del balasto de "potencia constante" mantiene una buena forma de la onda de corriente de lámpara, con factores de cresta muy inferiores a los máximos permitidos, prolongando así la vida útil de la lámpara y obteniendo su máxima eficiencia luminosa.

El balasto de "potencia constante" - permite grandes caídas de tensión en la línea sin que se extinga la lámpara.

a) Lámparas de vapor de mercurio:

Una vez que se ha analizado el funcionamiento de una lámpara de gas y que accesorios utiliza para su arranque nos toca analizar su comportamiento y sus partes constitutivas de las lámparas de vapor de mercurio.

Las lámparas de vapor de mercurio son lámparas de descarga, la emisión de luz es producida por el paso de la corriente eléctrica a través del vapor de mercurio.

Como el mercurio tiene una presión de vapor baja a temperatura ambiente y todavía más baja en ambientes mas fríos, una pequeña cantidad de argón se introduce en la lámpara para lograr una ionización más rápida. El arco original se produce gracias a la ionización de este gas de argón. Una vez que el arco se produjo, el calor que genera empieza a evaporarse el mercurio hasta lograrlo completamente. La cantidad de mercurio que tiene la lámpara determina la presión final de operación, que generalmente es de 2 a 4 atmósferas.

A bajas presiones el vapor de mercurio emite casi exclusivamente radiaciones ultravioletas (invisibles) de una longitud de onda de 253,7 milimicras. Aumentando la presión dichas radiaciones ultravioletas tienden a desaparecer destacándose otras de mayor longitud de onda, acercándose a la zona visible del espectro, en las cuales aparecen cuatro rayas principales con longitudes de onda de 405 milimicras (violenta), 436 (azul), 546 (verde) y 577 y 579 milimicras (amarillo), ver figura # 2-6. Sin embargo, el espectro de la luz de vapor de mercurio carece de radiaciones rojas, que se encontrarían entre 610 y 720 milimicras, de aquí que la luz obtenida por el vapor de mercurio

tenga un color blanco-azulado.

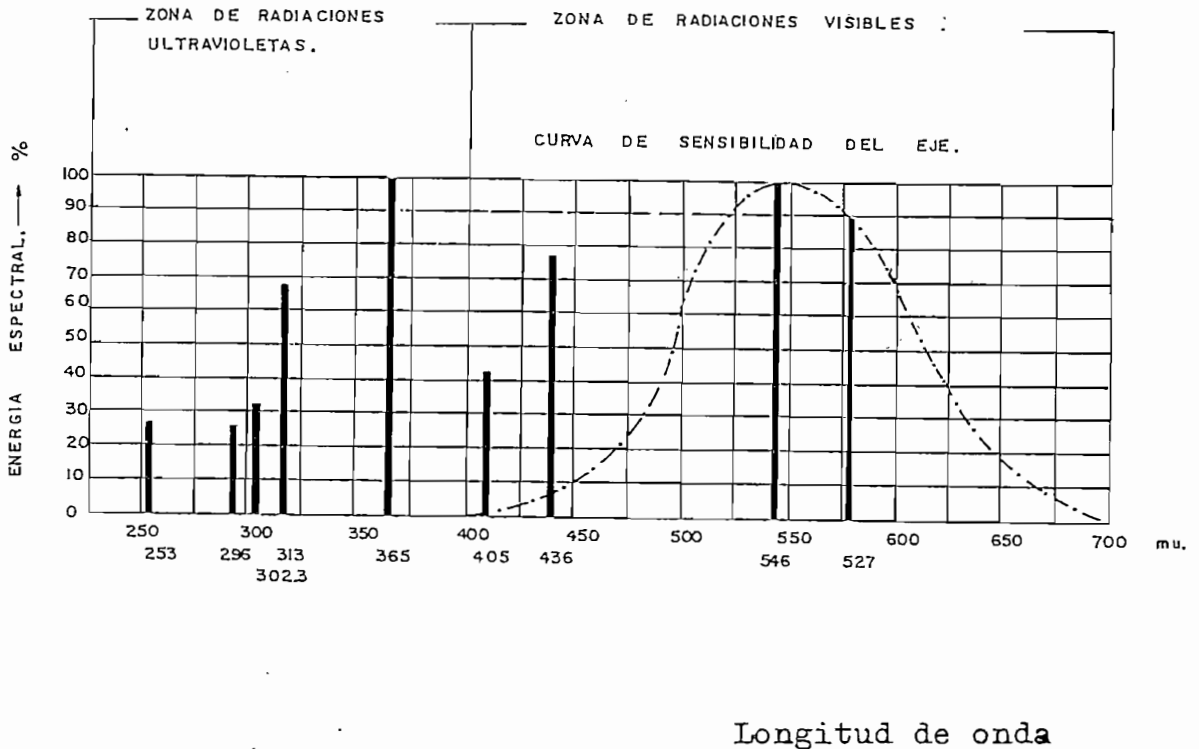


Fig. # 2-6

Dentro de las características que se están anotando, tenemos la siguiente: al producirse el encendido de las lámparas de vapor de mercurio se presentan dos condiciones diferentes en la corriente de línea del circuito balasto-lámpara: - una "condición transitoria" y una "Condición debida a la corriente de calentamiento".

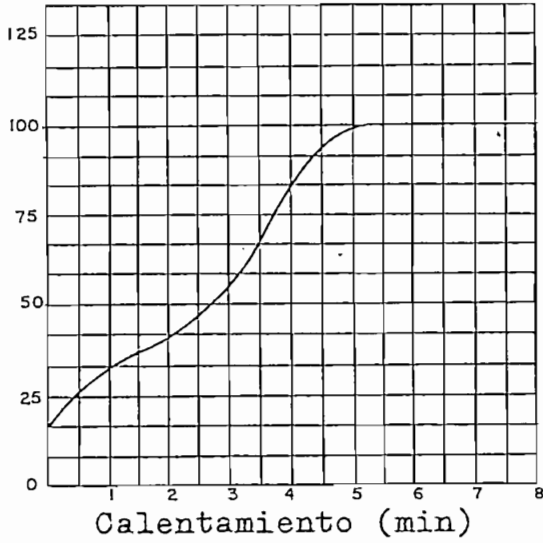
La condición transitoria se presenta

en algún instante durante los primeros segundos -- después de que la lámpara se ha energizado y es -- causada por un efecto rectificador de la lámpara. Estos períodos de rectificación suelen tener una -- duración máxima de cinco ciclos y pueden repetirse dos o tres veces. Una vez que la lámpara se estabiliza no se produce más rectificación. Mientras que la lámpara esta rectificando una corriente con tⁱⁿua fluye a través del embobinado del balasto, -- cuando éste no es autoregulado. Esta situación se refleja en la corriente de línea al producirse valores de pico hasta nueve veces los normales. Los balastos no autoregulados necesitan de una protección especial para que no abra el circuito durante estos primeros segundos. Los balastos autoregulados y de potencia constante tienen capacitadores -- en serie con las lámparas, de manera que no fluye la corriente continua, por lo tanto, no se presenta la "condición transitoria".

La "corriente de calentamiento" se -- tiene a partir de los dos primeros segundos después de que la lámpara ha sido energizada y dura hasta que su potencia sea la normal de operación. Es en este período que la lámpara tiende a consumir más corriente. Para los balastos inductivos en este --

período de calentamiento requieren de una corriente mayor que la normal de operación, mientras que en los balastos de potencia constante y en los autotransformadores autoregulados la corriente de --- arranque son menores que los normales de operación. Las siguientes figuras muestran gráficamente la relación entre el tiempo de arranque y la corriente de línea correspondiente (% de la corriente normal de operación) en los diversos tipos de balastos, - ver Fig. # 2-7.

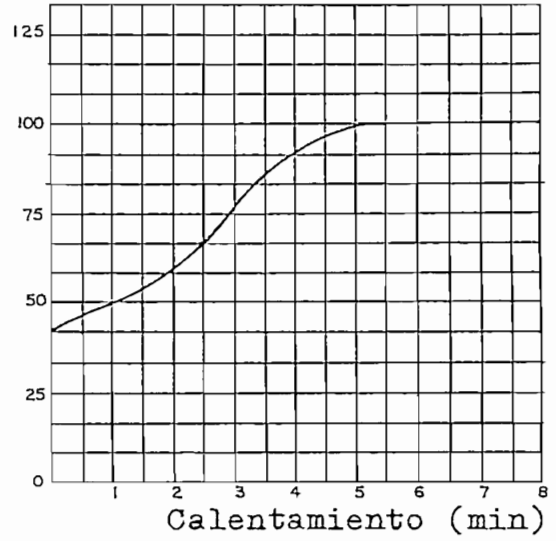
Potencia constante



(a)

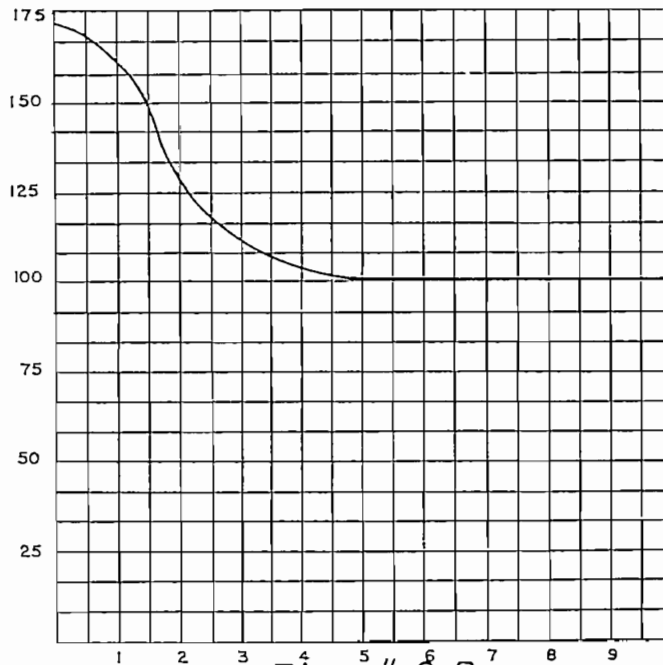
Autotransformador

Autoregulado.



(b)

Reactor serie

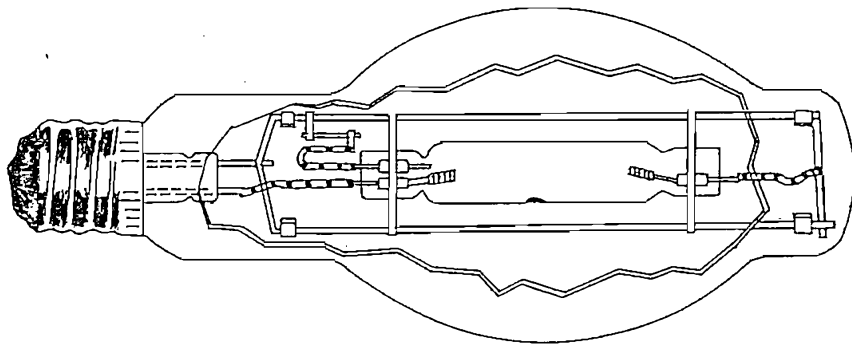


(c)

b). - Lámparas de mercurio a alta presión:

Veamos ahora las partes principales de que se halla constituida las actuales lámparas de vapor de mercurio a alta presión. En la figura # 2-8 se presenta la constitución de una lámpara de vapor de mercurio y las denominaciones de sus componentes:

- La parte esencial de la lámpara es el tubo de cristal de cuarzo en el que se produce la descarga, se construye de cuarzo debido a que su elevado punto de fusión, resiste la elevada temperatura desarrollada en el arco producido al paso de la corriente, produciendo la elevación de la presión de mercurio E.
- En el interior del tubo de cuarzo en cada extremo contiene dos electrodos de tungsteno, uno principal impregnado de material emisor de electrones y otro auxiliar de encendido, conec-



- Fig. # 2-8

tado a través de una resistencia óhmica de alto valor.

También contiene unos miligramos de mercurio puro exactamente dosificados y gas de argón para facilitar la descarga. La cantidad de mercurio que tiene la lámpara determina su presión final, que generalmente está entre 2 y 4 atmósferas.

- La ampolla exterior, de forma elipsoidal y vidrio resistente a los cambios de temperatura, sirve de soporte al tubo de descarga, proporcionándole un aislamiento térmico, esta ampolla exterior contiene generalmente un gas inerte (nitrógeno) que evita la oxidación de las partes metálicas interiores.

Interiormente puede cubrirse de fósforo o sustancia fluorescente (vanadio itrio) que, activada por las radiaciones ultravioletas del arco de mercurio, emite radiaciones rojas, las mismas que se incorporan al espectro del mercurio, corrigiendo el color de la luz.

- Finalmente, los casquillos que se emplean en las lámparas de vapor de mercurio son: rosca Edison ó E-27 para potencias de lámparas de 50W a 125W y rosca Mogul ó E-40 para potencias de 250W a 1000 W. La corriente va desde el casquillo hasta los

electrodos principales a través de conductores de molibdeno, se utiliza este material en vista de - que asegura el cierre hermético del tubo de cuarzo.

En las lámparas de vapor de mercurio a alta presión cabe señalar una característica de funcionamiento que es la siguiente: a medida que la temperatura va aumentando en el tubo de descarga, aumenta la presión del vapor de mercurio, paralelamente aumenta la potencia y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores nominales de régimen al cabo de 4 ó 5 minutos de haber sido conectado.

Una vez apagada la lámpara, no puede encenderse hasta pasado un tiempo de enfriamiento, generalmente suele ser similar al de calentamiento, con el que alcanza los valores nominales de régimen, necesario para que la presión en el tubo de descarga descienda al valor correspondiente con el que puede iniciarse nuevamente la descarga.

Con el objeto de conseguir nuevas fuentes de luz artificial, se continúa investigando, teniendo presente objetivos principales: aumentar el rendimiento luminoso para una misma po-

tencia e igualar el color de luz a la de la diurna o solar. Teniendo en cuenta estos objetivos, se construyen lámparas de halogenuros metálicos, que en definitiva son lámparas de vapor de mercurio de alta presión, con la diferencia que a más de mercurio emplean tierras raras, como el Dysprosio (Dy) Holmio (Ho) y Tulio (Tm), consiguiendo con esto rendimientos más elevados y de mejores propiedades de reproducción cónica que con las lámparas de mercurio convencionales.

2.1.3 LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESION:

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio vaporizado a baja presión, provocando la emisión de una radiación visible casi monocromática, formada por dos rayas muy próximas entre sí, con longitudes de ondas de 589 y 589,6 milimicras respectivamente, lo importante de estas dos longitudes de onda es el estar cercanas a la longitud de onda de 555 milimicras, donde el ojo humano tiene la mayor sensibilidad, el rendimiento de la lámpara es muy elevado alcanzado valores de hasta 178 lúmenes por vatio, (ver Fig. : 2-9).

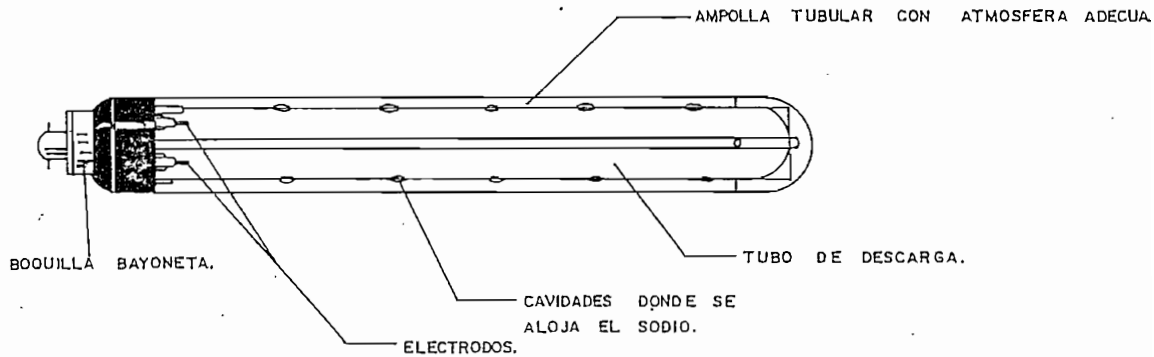


Fig. # 2-9

Las lámparas de sodio a baja presión están constituidas principalmente por un tubo de vidrio en forma de "U", en el cual se realiza la descarga. Este tubo se encuentra alojado dentro de una ampolla tubular también de vidrio, que le sirve de protección mecánica y térmica, reforzada esta última por el vacío que se hace del espacio interior entre tubo y ampolla. Como el sodio ataca al vidrio ordinario, la pared interna del tubo de descarga se protege con una fina capa de vidrio de bórax (ver figura # 2-10).

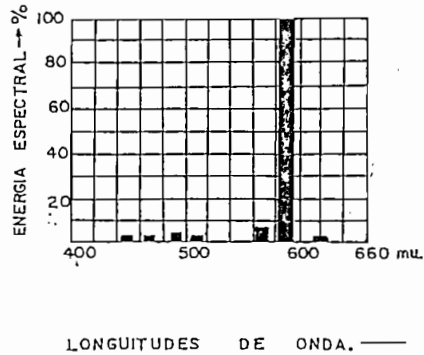


Fig. # 2-10

En las actuales lámparas de sodio a baja presión se ha introducido en la pared interna de la ampolla exterior una delgada capa de óxido de estaño o de óxido de indio, lo cual refleja más del 90% de las radiaciones infrarrojas emitidas por el tubo de descarga, lo cual ha permitido a reducir la energía utilizada en la generación de las correspondientes radiaciones de dicho vapor.

En los extremos del tubo de descarga se encuentran dos electrodos formados por un filamento de tungsteno en espiral deoble o triple, en cuyos intersticios se deposita un material emisor de electrones (generalmente óxido de torio o de tierras raras). El interior del tubo contiene además un gas noble, generalmente neón, que favorece

el encendido de la lámpara y una cantidad de sodio en forma de gotas que se deposita en forma regular, una vez condensado después de la descarga, en unas pequeñas cavidades existentes en la periferia del tubo.

La tensión de encendido de la lámpara es al rededor de los 480 V y 660 V, según los tipos y como la tensión de la red es de 220V., se necesita de un aparato de alimentación con auto-transformador que eleve la tensión de la red al valor necesario para el encendido.

Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del gas de neón que rellena el tubo, emitiendo una luz rojiza característica de este gas. El calor generado por el paso de la corriente en el tubo de descarga, vaporiza el sodio progresivamente hasta convertirlo en el principal elemento de descarga.

En el período de arranque, el color de la luz emitida por la descarga va variando paulatinamente del color rojo al amarillo. El flujo luminoso en un principio es muy bajo y aumenta con lentitud, solamente cuando la descarga se hace a través del sodio, comienza un rápido incremento del mismo.

Transcurrido un tiempo de aproximadamente 10 minutos, la lámpara para alcanzar el 80% de sus valores nominales, finalizando el período de arranque en unos 15 minutos, la intensidad de la lámpara - aumenta durante este período al rededor de un -- 15%, variando muy poco la potencia eléctrica ab-- sorbida.

2.1.4 LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION:

Para mejorar el tono de luz y con ello la reproducción cromática de las lámparas de vapor de sodio a baja presión, aparecen en 1.966 las lámparas de sodio a alta presión, esto se debe a la aparición de la cerámica adecuada como material del tubo de descarga y fue precisamente esta cerámica la que posibilitó el uso del vapor de sodio a temperaturas suficientemente altas, consecuentemente la presión también se elevó, obte-- niéndose de esta manera un elevadísimo rendimiento lumínico y un excelente rendimiento cromático esto se debe a que el espectro del sodio se pre-- senta continuado, destacándose el espectro de - otros vapores de cuya composición resulta una luz de color blanco-dorado que permite distinguir todos los colores de la radiación visible. Fig. # - 2-11.

Cuando se compara la energía consumida en relación a la cantidad de luz emitida, las lámparas de sodio de alta presión determinan sustanciales economías en los costos de iluminación. Las lámparas de sodio tienen el más alto rendimiento lumínico entre todas las lámparas utilizadas para iluminación general, ya que con 120 lúmenes por vatio en promedio, su rendimiento es aproximadamente:

5,5 veces el de las lámparas incandescentes.

2,5 veces el de las lámparas de mercurio.

1,7 veces el de los tubos fluorescentes.

1,7 veces el de las lámparas de mercurio halogenadas.

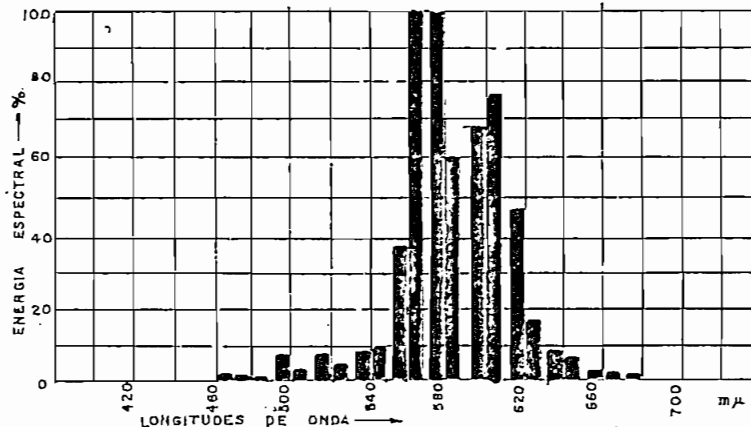


Fig. # 2-11

La lámpara de vapor de sodio de alta presión consta de una ampolla de vidrio duro, de forma tubular, dentro de la cual se encuentra alojado el tubo de descarga, cuyo material es de cerámica de óxido de aluminio muy resistente al calor (aproximadamente 1.300°C de temperatura) y a las reacciones químicas con el vapor de sodio, dando a la vez una transmisión de luz en la zona visible del 92%. En el interior del tubo de descarga se encuentran los componentes de la lámpara que son: sodio, mercurio y un gas noble (xenón o argón), de los que el sodio es el principal productor de luz.

El mercurio evaporado reduce la conducción del calor del arco de descarga y aumenta la tensión del arco, consiguiéndose con ello mayores potencias en tubos de descarga de menor tamaño.

El gas noble se agrega con el fin de obtener un encendido seguro de la lámpara con bajas temperaturas ambiente tanto en interiores como en exteriores. En ambos terminales el tubo se encuentran dos tapones de corindón sintetizado ó de nobio (de acuerdo al fabricante) que sirven para cerrar herméticamente el tubo, al mismo tiempo que sirve como soporte a los electrodos de tungsteno, estos materiales deben resistir la atmósfera corro

siva del sodio (ver fig.# 2-12).

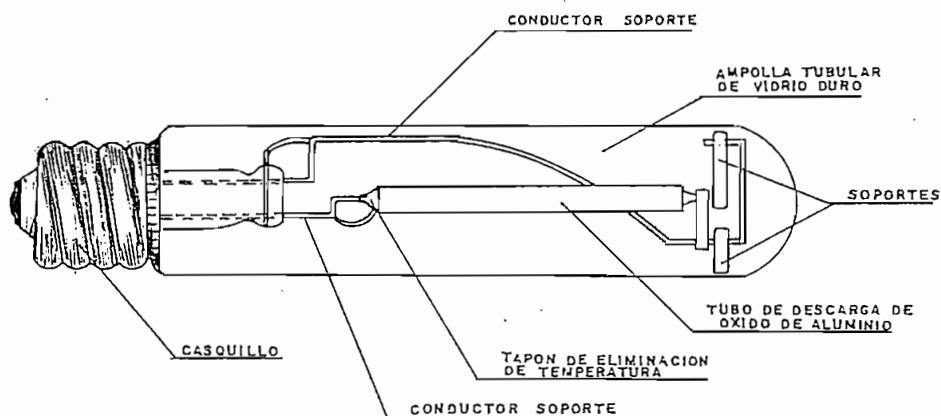


Fig. # 2-12

Como todas las lámparas de descarga, la lámpara de vapor de sodio a alta presión, presenta características de resistencia negativa, por lo cual la corriente debe limitarse por medio de un balasto. Si bien el diseño del balasto es apreciablemente diferente a las otras lámparas de descarga de alta presión, cumple las mismas funciones básicas o sea, limita la corriente de la lámpara y provee las tensiones de encendido y funcionamiento; en el circuito balasto-lámpara se incorporan un arrancador (Ignitor) que proporciona un impulso de tensión de más o menos unos 2.500 voltios necesaa-

rios para el encendido, y un condensador de 50 microfaradios, para compensar el factor de potencia que se encuentra entre 0.15 y 0.85.

Debido a la breve duración del impulso, el mismo que es de muy baja energía, el xenón se ioniza lo suficiente para que la tensión del balasto establezca y mantenga el arco, comenzando el calentamiento.

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión alcanzan su flujo lumínico máximo en menor tiempo que las lámparas de mercurio, el período de arranque es de 3 a 4 minutos con atmósfera fría, reencendiendo en caliente después de un minuto.

En el proceso de arranque es posible observar diferentes fases de la vaporización del arco, observando el color de la luz. Al comienzo se produce una suave luminosidad blanco-azulada debido al xenón ionizado, que luego se va haciendo más brillante y azulada debido a la presencia del mercurio. X

A medida que aumenta el brillo, hay un cambio hacia el amarillo monocromático del sodio a baja presión y temperatura. Luego que la lámpara alcanza su brillo máximo, el espectro se -

va ensanchando hasta obtenerse luz de un color blanco-dorado.

2.2 CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS LAMPARAS, CURVAS DE FLUJO LUMINOSO, ANALISIS Y CONCLUSIONES:

Es evidente que, para cualquier instalación de alumbrado específico hay que escoger la lámpara más eficaz; no todos los tipos de lámparas son apropiados para todas las aplicaciones, en vista de sus propiedades particulares. La gran variedad de focos luminosos de que se dispone en la actualidad hacen necesario estudiar y analizar las ventajas y desventajas para su mejor aplicación.

Las características más importantes de las lámparas son las siguientes:

- a) El rendimiento luminoso, expresado en lúmenes por vatio,
- b) La reproducción de los colores, tiene que ser exacta para poder identificar a los objetos,
- c) Temperatura del color, una lámpara incandescente tiene una temperatura de color baja 3.000°K y el sol tiene 6.000°K ,
- d) Vida útil de la lámpara,
- e) Brillo, expresado en candelas por cm^2 .

Analícemos estas características de los siguientes tipos de lámparas:

- 1.- Lámparas incandescentes
- 2.- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.
- 3.- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- 4.- Lámpara de sodio a alta presión
- 5.- Lámparas fluorescentes.

2.2.1. LAMPARAS INCANDESCENTES:

Las características de operación de --- las lámparas incandescentes dependen fundamentalmente de la vida útil y del rendimiento lumínico y esas características están determinadas por la temperatura del filamento. Así tenemos que a mayor temperatura del filamento de una lámpara dada, mayor será el rendimiento luminoso (lúmenes por vatio de potencia consumida) pero su vida útil será menor, ésto se produce principalmente por la vaporización del filamento (tungsteno) debido a la elevada temperatura de servicio (2.500 a 3.000°K), - ver la Fig. #2-13.

Los fabricantes de lámparas proporcionan los datos de mortalidad de las lámparas, referidas a la vida promedio de un grupo de lámparas - bajo condiciones de prueba específicas, de tal manera que los fabricantes no garantizan la vida me-

dia por lámpara, sino por el promedio de vida de un grupo de lámparas.

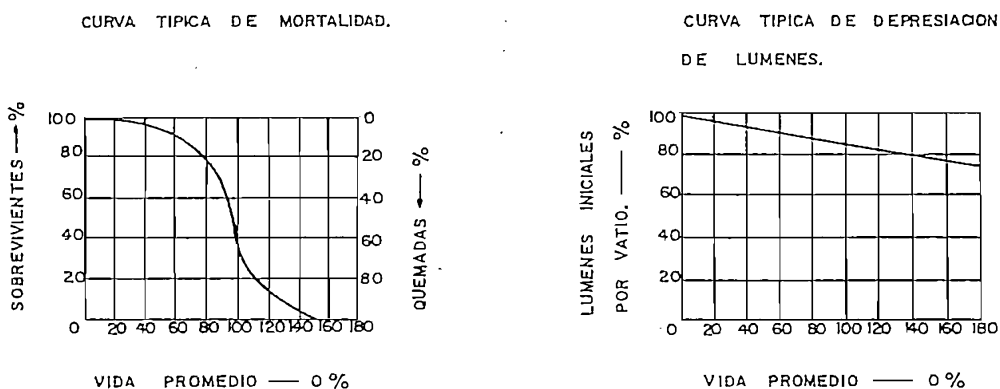


Fig. # 2-13

Las lámparas incandescentes se hallan influenciadas por las variaciones de tensión, así tenemos que si la tensión de la red con la que ha de funcionar la lámpara es menor para la tensión para la que ha sido construída, circulará por el filamento una intensidad de corriente menor a la que corresponde, con lo cual su temperatura será menor que la normal y como consecuencia descenderá el flujo luminoso. La evaporización del filamento se producirá lentamente aumentando la duración de la lámpara. Si por el contrario la tensión de la red au-

menta, por el filamento circulará mayor intensidad de corriente, aumentando por consiguiente la temperatura, el flujo luminoso, y el rendimiento luminoso. Como la temperatura en el filamento es mayor que la normal se evaporará más rápidamente el tungsteno, disminuyendo por consiguiente su vida útil.

Estas relaciones se representan en -
la Fig.#2-14.

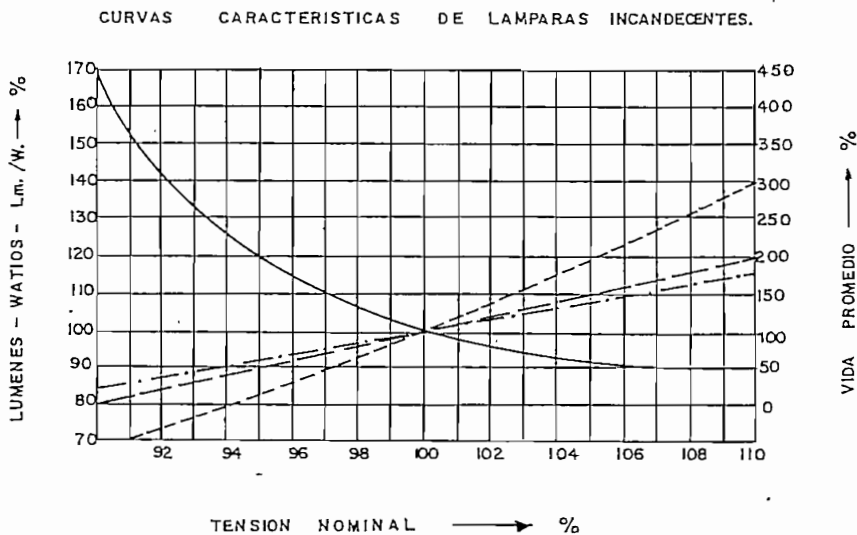


Fig. 2 - 14

Todas las lámparas incandescentes estan sometidas a un envejecimiento natural, debido a la evaporación del filamento, el cual limita su duración. De tal manera que, para ciertos usos de alumbrado general con respecto a los costos de reposición de lámparas, no es recomendable una duración muy elevada, con un rendimiento luminoso deficiente, consecuentemente, lámparas que duren poco tiempo y tengan un rendimiento alto. Las lámparas incandescentes para alumbrado general tienen una vida promedio de 1.000 horas, con las cuales los costos de alumbrado, deducidos de los gastos del precio del consumo eléctrico y de los gastos de reposición de lámparas resultan ser mínimos.

TABLA #2-2 CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES STANDAR (AMPOLLA CLARA)

Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)		Rendimiento luminoso (lm/W).		Dimensiones (mm)		Casquillo
	127 V	225 V	127 V	225 V	Diám.	Long.	
25	220	220	0,80	0,80	60	105	E 27 B 22d
40	425	350	10,60	8,75			
60	750	630	12,50	10,50			
75	980	850	13,05	11,35			
100	1380	1250	13,80	12,50			
150	2340	2100	15,60	14,00	80	160	
200	3250	2950	16,25	14,75			
300	5100	4750	17,00	15,85	90	189	
500	9300	8400	18,60	16,80	110	240	
750	14600	13400	19,45	17,85	130	274	E 40
1000	20000	18800	20,00	18,80			
1500	31000	30000	20,65	20,00	170	343	
2000	43000	40000	21,50	20,00	200	380	

Lo característico de las lámparas in candescentes es su brillo, es medio si el globo es mate y es elevado si el globo esta desnudo (claro). Otra de sus características es que la reproducción de los colores es excelente.

Por el año de 1.960 mejoraron las con diciones de las lámparas incandescentes, para evi-- tar el ennegrecimiento por eliminación del tungste-- no sedimentado en el vidrio de la ampolla, esta me-- jora consistió en aumentar un halógeno al gas de re lleno, de modo que los átomos del tungsteno forman compuestos gaseosos con el halógeno. Al llegar a -- un filamento caliente, estos compuestos se descompo-- nen, liberando el tungsteno y volviendo el filamen-- to a su estado natural y quedando por consiguiente los halógenos libres. Las ventajas más importantes de las lámparas incandescentes halogenadas, son: su rendimiento más alto 30 lm/W, la reproducción de -- los colores es excelente y su brillo elevado, su vi da útil esta por las 2.000 horas, el doble de la in candescente normal.

Las lámparas incandescentes halogena-- das tienen varias aplicaciones tales como: ilumina-- ción de espacios industriales, campos deportivos, --

iluminación de aeropuertos, puentes, etc., La vida útil de las lámparas halogenadas en estas aplicaciones desempeñan un papel secundario, el rendimiento lumínico es de 20 lm/".

TABLA # 2-3 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES HALOGENADAS

Potencia	W	1.000	1.500	2.000
Tensión	V	220	220/240	220/230
Flujo luminoso	lm	20.000	30.000	40.000
Duración media	h	2.000	2.000	2.000
Longitud	mm	189 ± 3	255	333
Diámetro	mm	11	11	11

2.2.2 LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION:

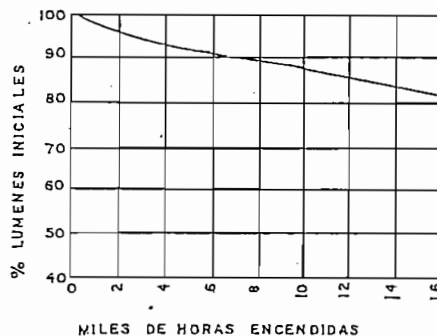
Las lámparas de vapor de mercurio a alta presión son empleadas fundamentalmente en alumbrado público urbano y aplicaciones industriales, donde se requieren de niveles de iluminación altos y mejor discriminación de los colores.

El rendimiento luminoso de la descarga en vapor de mercurio y las características de -

la misma, dependen principalmente de la eficiencia del tubo de descarga, de la presión del vapor, de el voltaje mantenido en el arco, de la corriente de la lámpara y de las dimensiones del tubo de descarga.

La depreciación de luz así como la vida de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión dependen de:

- a) La depreciación de luz en el tubo de descarga es causado por el chisporroteo y vaporización del cátodo, material que se sedimenta en las paredes del tubo; la pérdida de luminosidad se debe a este envejecimiento de la lámpara, en la fig. # 2-15 se muestra la curva aproximada que compara los lúmenes con el tiempo en horas que ha estado encendida la lámpara.



- Fig. # 2-15

- b) La depreciación de la luz y de la vida de la lámpara de vapor de mercurio dependen del agotamiento del cátodo, tan pronto como el material emi--sor deja de emitir electrones, la pérdida de luz ocurre repentinamente.
- c) Otra de las causas de la pérdida de luz, se debe al envejecimiento del revestimiento de la capa de materia fluorescente, de la bombilla de vidrio - de lámparas de vapor de mercurio de color corre-gido, esto se debe a la elevada temperatura de - la bombilla y por estar sujeta a una radiación - permanente en el tubo de descarga.
- d) Debido a que las lámparas de vapor de mercurio - tienen una larga vida útil, su temperatura de - operación es importante. Las temperaturas eleva-das en las bombillas o en la base del de la lám-para son la causa de problemas que propician el reblandecimiento del vidrio, tubo de cuarzo daña-do, reblandecimiento del cemento o soldadura de la base, corrosión en la base y en los calbes de conexión.

La mortalidad de lámparas de vapor de mercurio se debe a múltiples causas, por lo que puede presentarse fallas ocasionales en su fun--

cionamiento. Sin embargo, una vez pasado su período inicial de funcionamiento y hasta que llega al final de su vida nominal, se presenta muy pocas fallas, la fig.# 2-16 muestra el porcentaje de lámparas que sobreviven con relación al tiempo en horas que llevan encendidas.

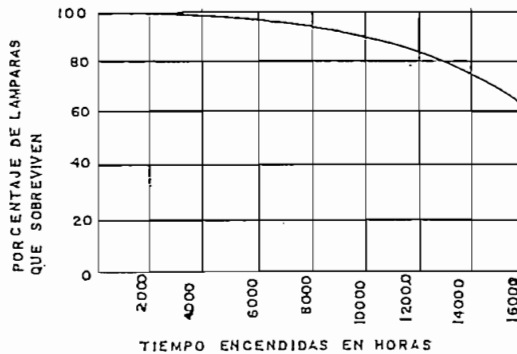


Fig. # 2-16

Analicemos brevemente el comportamiento de las lámparas de vapor de mercurio durante el período de arranque y debido a las fluctuaciones del voltaje de alimentación:

- A) En el período de arranque las lámparas de vapor de mercurio no dan todo su rendimiento lumínico inmediatamente después de que se ha encendido,

transcurre un cierto tiempo para que se vaporice - el mercurio existente en el tubo de descarga. Este tiempo depende de la intensidad de corriente en el tubo de descarga inmediatamente de producido el encendido, también depende del aislamiento térmico alrededor del tubo de descarga y del espacio frío entre los electrodos.

La fig. # 2-17 nos indica la variación que se presenta en la corriente de lámpara, en el voltaje que mantiene el arco; también la variación del flujo luminoso durante el período de arranque de una lámpara de 400 W. Se puede ver que el flujo luminoso de la lámpara aumenta lentamente hasta que las características eléctricas se estabilice. El tiempo de arranque de todas las lámparas de vapor de mercurio demora algunos minutos.

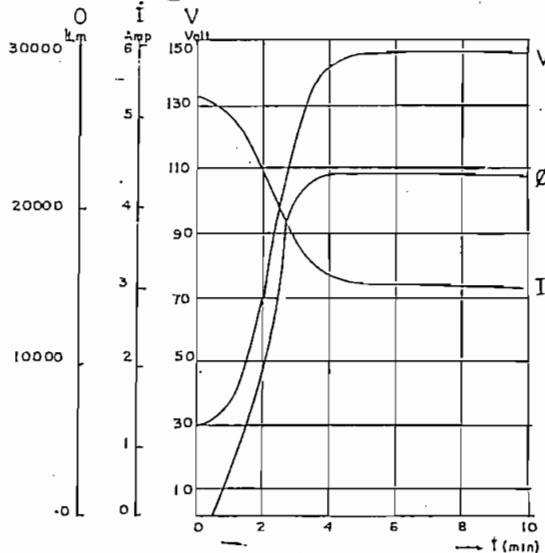


Fig. # 2-17

b) La influencia de las variaciones del voltaje de alimentación en lámparas de vapor de mercurio a alta presión; desde que toma lugar la descarga en vapor de mercurio no saturado en el tubo de des-carga, se presenta un aumento de temperatura pero no lo suficiente para vaporizar el mercurio. Similarmente cualquier pequeña caída de temperatura dará lugar a que el vapor de mercurio co---mience a condensarse. Entonces el voltaje del arco es casi independiente de la carga, de tal manera que el voltaje del arco puede ser mirado como independiente del voltaje de alimentación.

Lá corriente de la lámpara, sin embargo es controlada por el tipo y diseño del balasto.

Las fluctuaciones del voltaje de alimentación varían las condiciones del flujo luminoso, de la corriente de la lámpara, de la potencia, esto está ilustrado en la Fig. # 2-18, que se refiere a una lámpara de vapor de mercurio de 400W con balasto inductivo.

c) Voltaje de extinción, se refiere a la caída de -voltaje de alimentación que provoca el apagón de la lámpara; a este voltaje se le llama voltaje -de extinción de la lámpara.

Este voltaje de extinción depende de las dimensiones del tubo de descarga, del voltaje del arco, de la corriente de la lámpara, del tipo de balasto y de la posición de operación de lámpara.

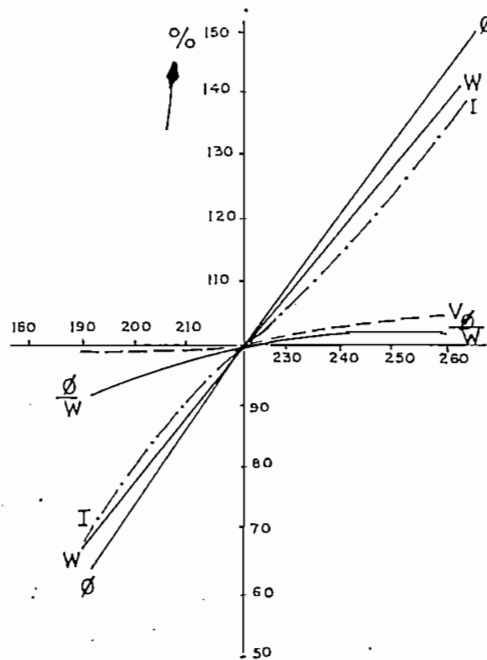


Fig. # 2-18

A continuación se indica los cuadros de características tanto eléctricas como luminosas de las lámparas de vapor de mercurio y de balastos, empleados en la actualidad en alumbrado público.

TABLA 2-4. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE
VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION

POTENCIA EN W	CASQUILLO	TENSION DE ARRAN- QUE EN V.	VOLTAJE DE LA = LAMPARA EN V.	CORRIENTE DE = LAMPARA EN A.	VOLTAJE DE EX- TINCION EN V.	FLUJO LUMINOSO EN LUMENES	RENDIMIENTO LU- MINOSO DE LA LAMPARA Lm/W.	PERIODO DE ARRANQUE EN MI- NUTOS.
50	E27	180	95	0.60	180	2.000	40	5
80	E27	180	115	0.80	180	3.800	48	3
125	E27	180	125	1.15	180	6.300	50	3
175	E40	180	130	1.50	180	8.600	50	3
250	E40	180	135	2.10	180	13.500	54	4
400	E40	180	140	3.20	180	23.000	58	4
700	E40	180	140	5.40	180	42.000	60	4
1000	E40	180	140	7.50	180	60.000	60	4
2000	E40	320	270	8.00	300	120.000	120	4

TABLA # 2-5. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS BALASTOS IN

DUCTIVOS MARCA PHILIPS

POTENCIA EN W.	VOLTAJE NOMINAL EN V.	CORRIENTE ALIMENTA		FACTOR DE POTENCIA.	PERDIDAS EN W.	CAPACITOR MF.	F.deP. Corregido. Corriente aliment	
		EN EL ARRANQUE EN A.	EN OPERACION EN A.				EN EL ARRANQUE EN A.	EN OPERACION EN A.
50	220	1.00	0.62	0.43	8.5	8	0.45	0.32
80	220	1.20	0.80	0.50	11.5	8	0.86	0.45
125	220	1.85	1.15	0.55	12.5	10	1.15	0.70
175	220	2.35	1.50	0.60	17.5	15	1.50	0.95
250	220	3.20	2.13	0.55	18.5	20	1.90	1.30
400	220	5.00	3.25	0.60	26.0	25	3.50	2.10
700	220	8.80	5.40	0.65	32.0	40	6.20	3.60
1000	220	12.80	7.50	0.65	43.0	58	9.00	5.30
2000	380	14.00	8.00	0.65	68.00	--	----	----

2.2.3. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION:

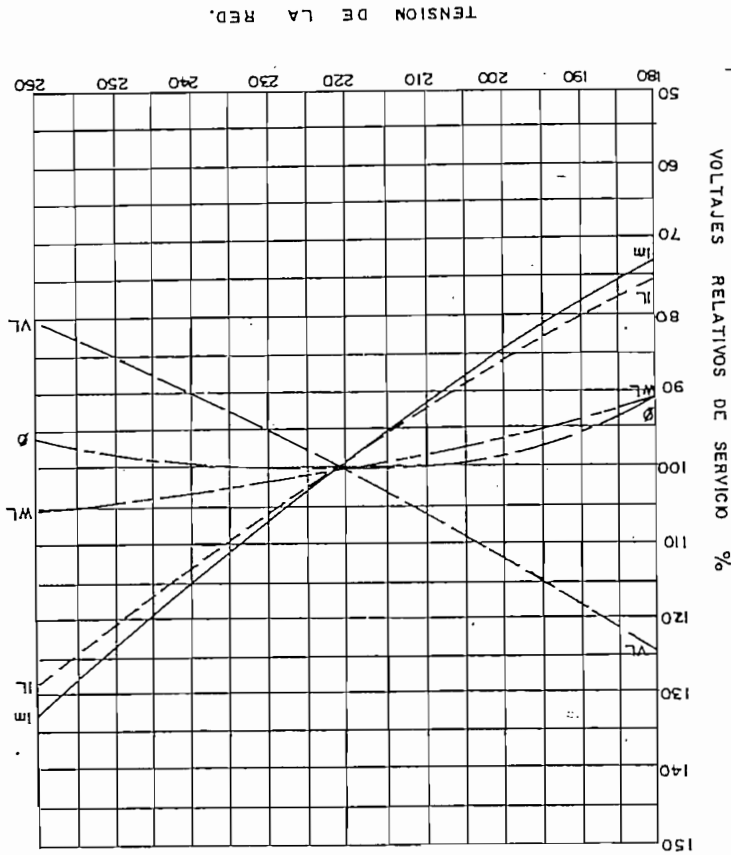
Las lámparas de vapor de sodio a baja presión son las fuentes de mayor rendimiento luminoso existente en la actualidad, a pesar de este gran rendimiento sus aplicaciones han sido muy poco difundidas debido a su luz monocromática, quedando limitadas a aquellos casos en que interesa disponer de gran cantidad de luz sin que influya la calidad de la misma, como son alumbrados de autopistas, carreteras etc.

La presión del vapor, que depende de la temperatura que se desarrolla en el tubo de descarga es el factor más importante en determinar el rendimiento de luz de la lámpara, la máxima eficiencia de la radiación de sodio se presenta en una longitud de onda de 589,6 μ con una presión de vapor óptima de 4×10^{-3} mm de mercurio. Esta presión es obtenida por, la saturación del vapor de sodio a una temperatura de 270°C controlando la temperatura en el tubo de descarga, la potencia mínima consumida y la aislación del calor de la lámpara se obtiene la mayor eficiencia luminosa, consiguiendo en la actualidad 175 lúmenes por vatio.

Otro de los factores determinantes -

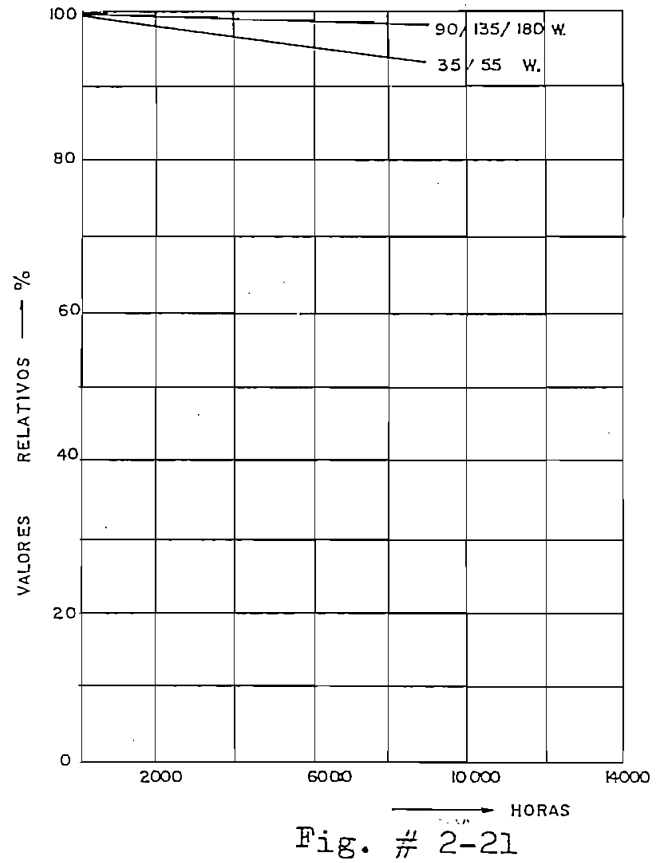
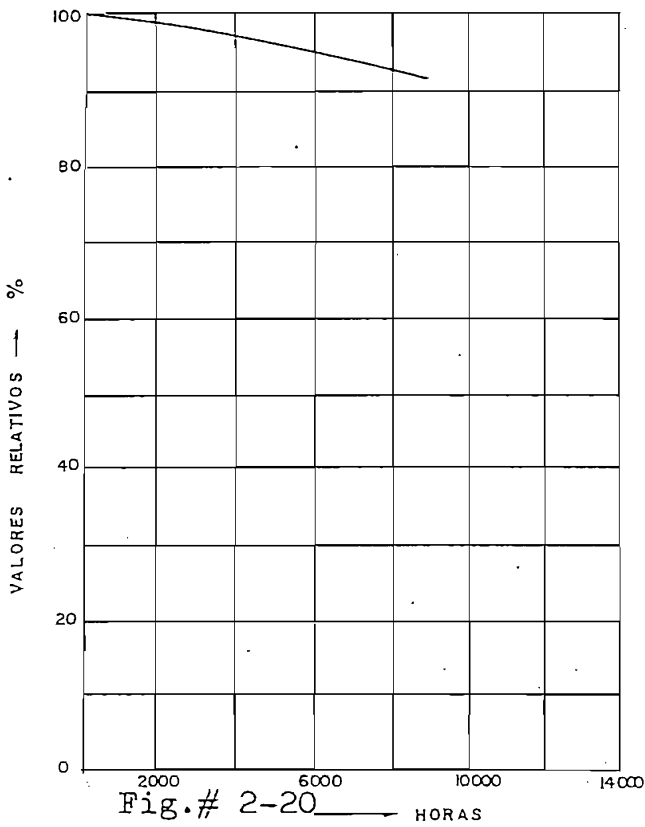
Las lámparas de vapor de sodio a bá
 ja presión se caracterizan por su alta eficiencia
 lúmnica y su larga vida, según se puede apreciar

Fig. # 2-19



en el rendimiento lúmnico es la tensión, las va-
 riaciones de la tensión de alimentación ejercen
 na notable influencia en el comportamiento lúmnico
 so y eléctrico de éstas lámparas, como puede ob-
 servarse en las curvas de la Fig. # 2-19

en las curvas de las figuras # 2-20 curva de mortalidad, # 2-21 curva de depreciación de luz, y # 2-22 curvas que indican el comportamiento de la lámpara en el momento de arranque.



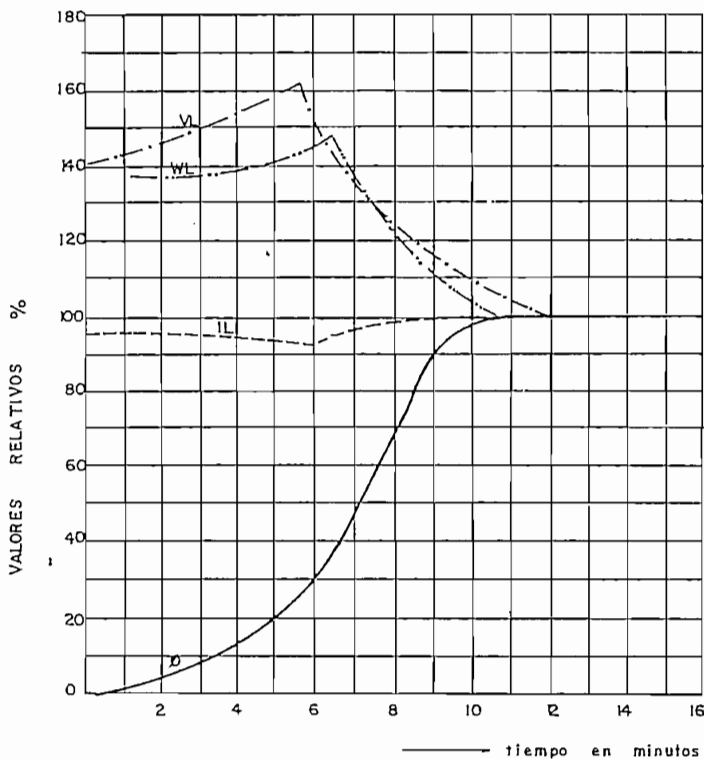


Fig. # 2-22

Presento a continuación las principales características eléctricas y lumínicas de las lámparas de vapor de sodio a baja presión.

- Temperatura de color: No se aplica ya que la luz es de color monocromático amarillo-anaranjado (589 nm).
- Duración útil: 6.000 horas con funcionamiento de 3 horas por cada encendido.
- Temperatura máxima en el casquillo: 150°C.

Tabla # 2-6 .- Características técnicas de las lámparas de vapor de sodio a baja presión .

Tipo de lámpara para	Características eléctricas							Características luminosas						
	V	V	V	A	A	V	W	W	W	Condensador de compens. Cos 0.9	Flujo luminoso a las 3.000 hr	Flujo luminoso a las 3.000 ho	Rendimiento luminoso de la lámpara	Tiempo de Encendido min.
Na 35 W			70				35	56			4650	4450	133	7
Na 55 W		480	105	1.4	0.6		55	76			7700	7350	140	7
Na 90 W	220		115	2.1	.		90	113	26	26	12500	12250	139	9
Na 135 W			160	3.1	0.9		135	175	45	45	21500	21200	159	10
Na 180 W		660	245				180	220	40	40	32000	31400	178	12

Tabla # 2-7.- Características eléctricas de los balastos que se emplean con lámparas de vapor de sodio en baja tensión ..

Balastos de bajo factor de potencia						
Tipo de Lámpara	V	V	A	A	A	W
	Tensión de la red	Tensión de encendido	Corriente durante el arranque	Corriente durante el funcionamiento	Factor de Potencia	Pérdidas
Na 35 W	200	490	1.50	1.40	0.20	21
Na 55 W	220	490	2.00	2.20	0.30	23
Na 90 W	220	490	2.00	2.20	0.30	23

TABLA # 2-7 Continuación.....

Balastos de alto factor de potencia (capacitor incorporado).						
TIPO DE LAMPARA	Tensión de la red. V	Tensión de encendido. V	Corriente de la lámpara. A	Corriente de funcionamiento. A	Factor de potencia.	Pérdidas W
Na 35 W Na 55 W	220	490	0.26	0.29 0.37	0.90	22
Na 90 W	220	490	0.38	0.60	0.95	35
Na 135 W Na 180 W	220	660	0.60	0.85 1.00	0.95	42 40

2.2.4. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION:

A comienzos de 1.966 se inició la -- tercera era de la iluminación al anunciar como -- primicia mundial, la disponibilidad de la lámpara de sodio de alta presión, esto fué factible gracias a la utilización de la cerámica empleada en el tubo de descarga, es de óxido de aluminio, fué esta cerámica la que posibilitó el uso del vapor de sodio a temperaturas suficientemente altas co-

mo para producir luz con elevadísimo rendimiento lúminico y excelente rendimiento cromático.

Si bien el sodio había sido utilizado en el pasado en las lámparas de vapor de sodio a baja presión, estas lámparas emitían luz amarilla monocromática con un rendimiento de color deficiente que era criticado por el aspecto que daba a las personas y a los objetos.

Con el desarrollo de la cerámica de óxido de aluminio, pudieron aumentar la temperatura de la descarga de vapor de sodio hasta obtener luz de color aceptable con un espectro continuo y buen rendimiento de color.

La alta eficiencia en la producción de luz de las lámparas de vapor de sodio de alta presión, la convierten en la fuente luminosa más eficiente fabricada por el hombre, de tal manera que se emplea para iluminar calles, edificios, zonas de parqueamiento, aeropuertos, fábricas, etc.

Los progresos alcanzados en los laboratorios siguen haciéndose notorios, así tenemos que en sus comienzos su rendimiento lúminico era de 100 lúmenes por vatio y tenía una duración de vida de 8.000 horas; en la actualidad el rendi---

miento lumínico ha llegado a 117 lúmenes por vatio y a una duración de 14.000 horas de vida, las pretenciones de los fabricantes es llegar a mejores rendimientos lumínicos y a una vida similar a la lámpara de vapor de mercurio.

A continuación se presentan las diferentes tipos de curvas que indican el comportamiento de la lámpara de vapor de sodio de alta presión.

En la figura # 2-23 se indican las curvas características eléctricas y lumínicas de como varían los diferentes parámetros que insiden en las lámparas de vapor de sodio de alta presión con las variaciones de tensión de servicio.

En la figura # 2-24 se indican las curvas de los diferentes parámetros que intervienen en el rendimiento de la lámpara de vapor de sodio de alta presión y como varían durante el proceso de encendido.

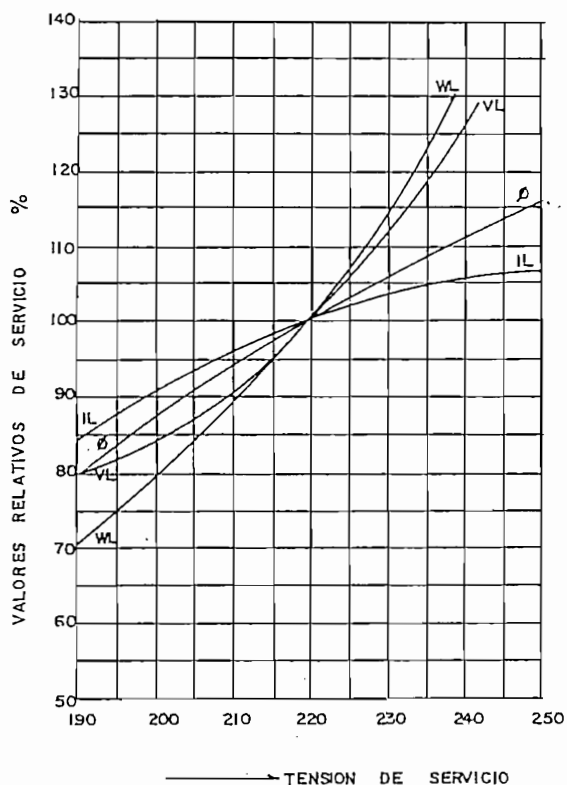


Fig. # 2-23

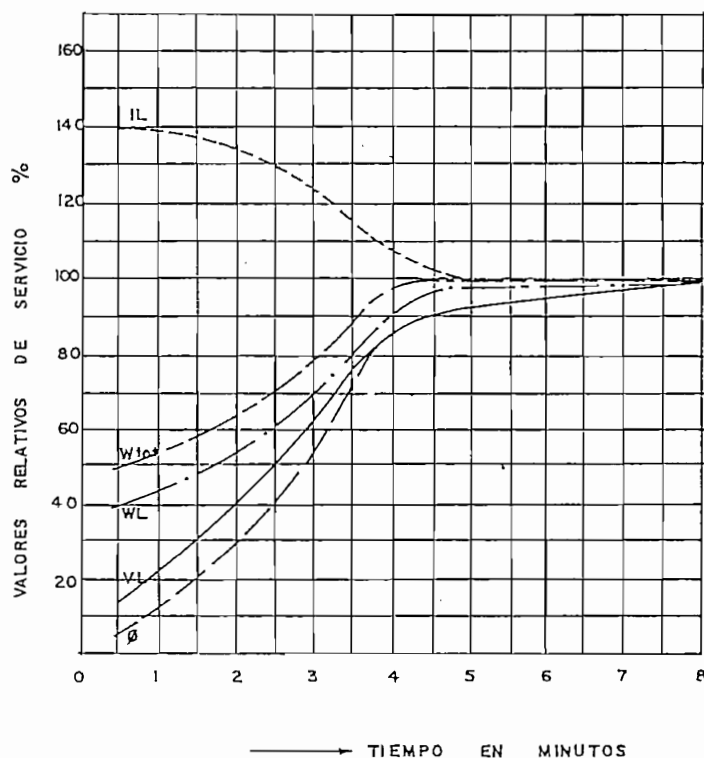


Fig. # 2-24

En la figura # 2-25 se representa la curva de mortalidad de las lámparas, es el promedio de vida de un grupo de lámparas de acuerdo a las horas de funcionamiento.

En la figura # 2-26, se representa la curva de depreciación, de la luz emitida de acuerdo al número de horas trabajadas, dicho en otras palabras, se trata de la disminución del rendimiento luminoso con relación al tiempo de fun--

cionamiento.

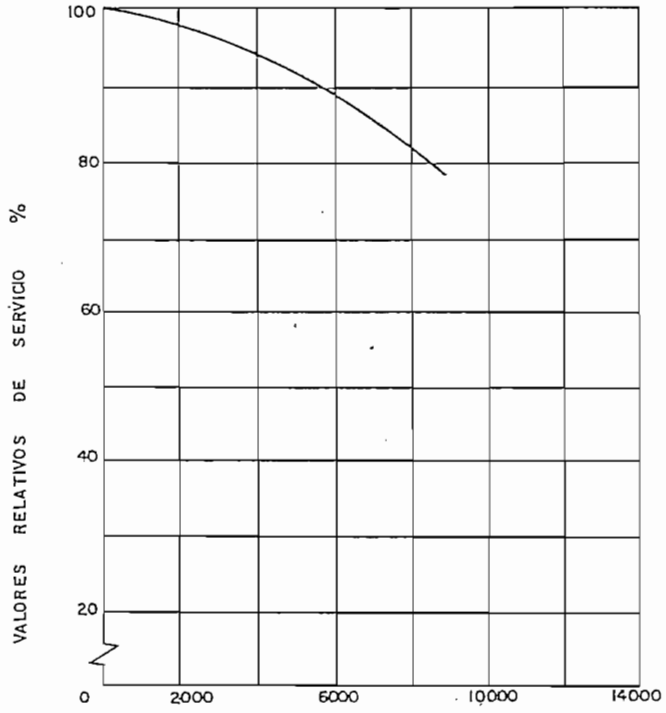


Fig. # 2-25

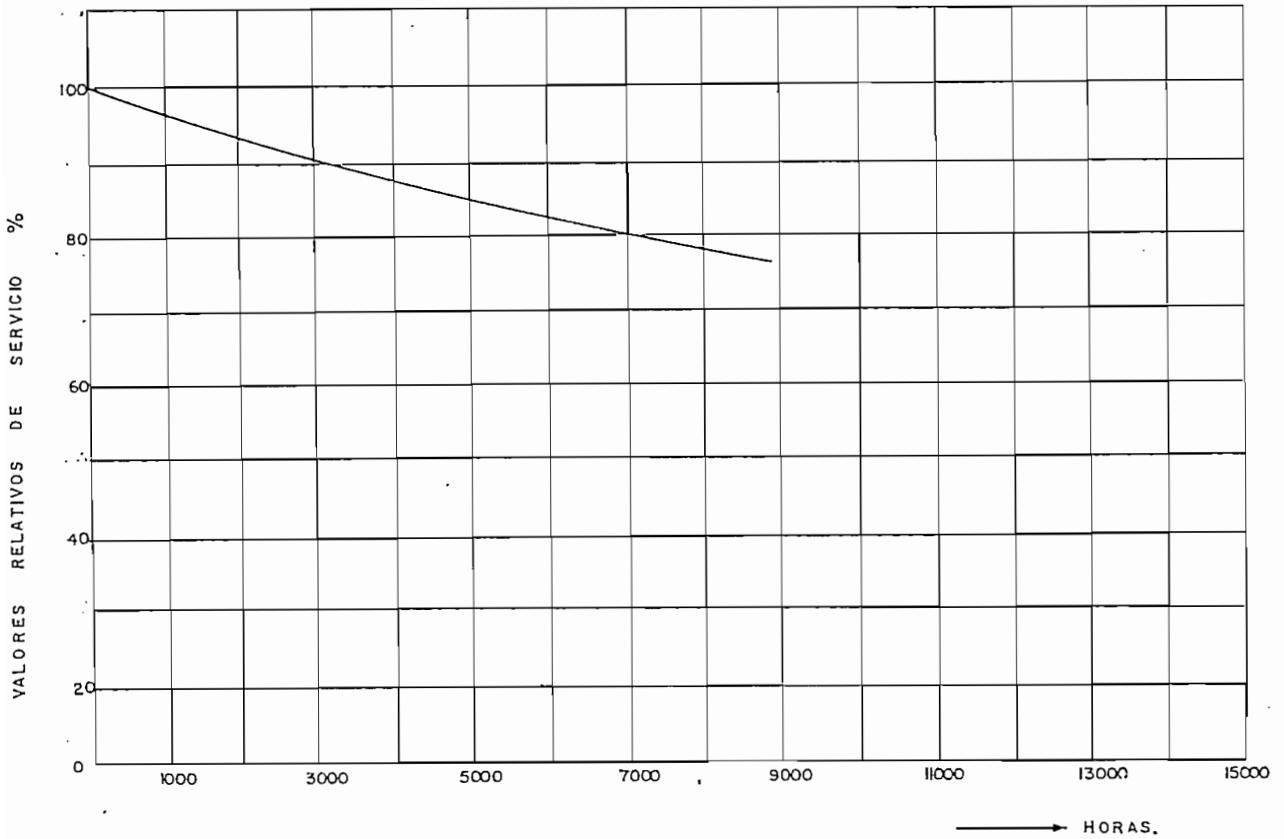


Fig. # 2-26

Aunque la eficiencia de las lámparas de vapor de sodio de alta presión es algo menor - que las de baja presión, presenta como ventajas - adicionales: su reducido tamaño, su color de luz que afecta menos la reproducción de los colores, - en la tabla # 2-8 se presenta el resumen de las - características principales tanto eléctricas como luminosas.

Tabla 2-8.- Características técnicas de las lámparas de sodio de alta presión .

TIPO DE LAMPARA	Características eléctricas						Características luminosas				Vida útil de la lámpara con encendidos de 3 horas	Tiempo de encendidos
	V	KV	V	A	W	W	Capacidad del Condensador	Flujo luminoso inicial a las 100 horas	lm/W	H		
SON/T 250 W	220	3.0 a 4.5	100	3.0	250	275	32	25500	102	9000	4	
SON/r 400 W	220	2.8 a 4.5	105	4.4	400	450	50	47000	118	9000	4	
SON/T 1000 W	220	3.0 a 5.0	115	10.3	1000	1090	500	130 000	130	4 000	4	

Tabla # 2-9.- Características técnicas de los balastos empleados en lámparas de vapor de sodio de alta presión.

PARA USARSE CON LAMPA - RAS TIPO	V	Tensión en el momento de arranque	Corriente de alineación		Factor de Potencia		Pérdidas	Corrección del factor de potencia		Factor de Potencia	
	V	KV	A	A	Cos %	W	F	V	A		Cos %
SON/T 250 W	220	3.0 a 4.5	4.7	3.0	0.45	33	40	300	2.4	1.45	0.9
SON/T 400 W	220	3.0 a 4.5	6.5	4.3	0.45	39	45	300	3.5	2.20	0.9

2.2.5. LAMPARAS FLUORESCENTES:

En último término se ha mencionado a las lámparas fluorescentes, en virtud de que estas lámparas tuvieron una época de gran apogeo en lo que se refiere a su utilización para instalaciones de alumbrado público, gracias sobre todo a su elevado rendimiento de 50 a 70 lúmenes por vatio, sin embargo las lámparas fluorescentes para alumbrado público presentan los siguientes inconvenientes:

- 1).- La sensibilidad de las lámparas a las condiciones ambientales, no solamente influye la temperatura sino también el grado de humedad y las corrientes de aire, inclusive puede llegar a no prenderse por baja temperatura. De lo que se concluye que estas instalaciones cuando están sometidas a variaciones de temperatura, las lámparas tengan que trabajar desnudas en verano y protegidas en invierno, lo que produce, indudablemente en encarecimiento en adquirir este tipo de luminarias y da mayores gastos de mantenimiento.
- 2).- Los tubos fluorescentes de longitud normal, emiten poco flujo luminoso; por lo tanto, las lámparas deberán instalarse muy cercanos en--

2.3. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LUMINARIAS:

La misión de los aparatos de alumbrado público es modificar la distribución luminosa de las lámparas desnudas, según las características deseadas de iluminación; y además ocultar los manantiales luminosos de la vista directa del observador con el objeto de evitar el deslumbramiento.

Las luminarias deben poseer una serie de cualidades que satisfagan las necesidades requeridas para una determinada instalación de alumbrado, estas cualidades las podemos dividir en tres clases, bien diferenciadas:

1.- Propiedades ópticas:

- Distribución luminosa adaptada a la función que deba realizar.
- Luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación.
- Buen rendimiento luminoso.

2.- Propiedades mecánicas y eléctricas:

- Solidez.
- Construidas de un material adaptado a las condiciones de trabajo previstas.
- Construcción que permita funcionar

la lámpara en condiciones apropiadas de temperatura.

- Protección de las lámparas y equipo eléctrico contra la humedad y demás agentes atmosféricos.
- Facilidad de montar y desmontar y limpiar.
- Cómodo acceso a la lámpara y equipo eléctrico.

3.- Propiedades estéticas:

- Las luminarias apagadas durante el día o encendidas durante la noche no deben desentonar con el medio ambiente en el cual se hallan.

A continuación se presenta un breve análisis de las características que debe tenerse en cuenta en la ingeniería de iluminación, naturalmente teniendo presente el comportamiento de la luminaria a emplearse en un proyecto de iluminación.

La calidad de la iluminación que se da a una instalación de alumbrado depende de:

- La luminancia en la superficie de la calzada.

- La uniformidad de la luminancia en la superficie de la calzada.
- El grado de deslumbramiento.

Estos factores están determinados por las propiedades de iluminación de las luminarias empleadas, juntamente con las propiedades de reflexión de la superficie de la calzada.

Conviene aclarar el concepto de luminancia y diremos que, luminancia en la superficie de la calzada es la cantidad de luz reflejada por la superficie en la dirección del usuario. Mientras más grande sea la cantidad de luz reflejada más grande será la luminancia, y consecuentemente, más grande será la habilidad del usuario para observar los obstáculos.

La percepción visual muestra que el comportamiento del ojo mejora con el aumento de la luminancia. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) recomienda el rango de luminancia de 0.5 a 2 cd/m^2 , valores que se aplican a alumbrado público. Se ha determinado que el nivel promedio de luminancia en la calzada sea de 2 cd/m^2 para autopistas y avenidas principales.

La luminancia en calzadas está determinada por tres factores principales, que son:

- 1.- La cantidad de luz que cae en la calzada.
- 2.- El ángulo en el cual la luz incide en la calzada.
- 3.- Las propiedades de reflexión de la calzada.

Los dos primeros de estos factores - son controlados por las propiedades de las luminarias empleadas.

- 1.- La cantidad de luz en la calzada esta determinada por:

- a) El flujo lumínico instalado.
- b) El rendimiento lumínico de la luminaria.
- c) La distribución de luz de la luminaria (ángulo de inclinación de la luminaria).

a).- La cantidad del flujo luminoso empleado depende de que la luminaria empleada disponga de un buen balasto de muy baja pérdida y de buen rendimiento. El balasto sea exactamente adaptado a la potencia de la lámpara, como resultado se tendrá un buen rendimiento de luz.

b).- La luminaria puede radiar tanto como sea posible el flujo luminoso producido por la lámpara: en otras palabras, la producción de luz de la luminaria puede ser tan alto como sea posible.

Para llegar a este rendimiento, los siguientes pa sos deben tomarse en cuenta:

- Las dimensiones de la luminaria no deben tener un mínimo absoluto.
- El tamaño de la luminaria debe ser generoso y guardar una relación - proporcional a las dimensiones de la lámpara.
- El reflector interno de la lumina- ria debe tener una superficie lo - más grande posible.
- El reflector interno deberá ser de aluminio de muy alta pureza, para suministrar una óptima reflexión de la luz.
- El difusor de la luminaria debe - ser de alta calidad, formado espe- cialmente de metacrlate, este mate- rial tiene una alta potencia de - transmisión de luz.
- El empaque debe ser de gran calidad, para evitar la entrada de polvo y suciedad, capaz de conservar las - características de reflexión de - la luz por parte del reflector.

2.- El ángulo de insidencia de la luz, es un factor importante que influye a la calidad de la iluminación, es el ángulo que inside en la superficie de la calzada. El usuario mira que parte de la calzada es importante para él y observa aproximadamente a una distancia de 60 a 160 metros, formando un ángulo muy pequeño con relación a la horizontal.

Los rayos de luz que caen en la calzada son reflejados en todas las direcciones por la calzada. De estos rayos la mayor parte es reflejado en un ángulo igual a ese en el cual la luz inside en la superficie.

De tal manera que, el mayor destello de luz en la superficie de la calzada, la más grande es la luminancia observada por el usuario (eso es, el ángulo más pequeño de insidencia relativo a la horizontal, o el ángulo más grande de insidencia relativo a la vertical), dicho en otras palabras el ángulo más grande de insidencia (relativo a la vertical) de la máxima intensidad luminosa es aquel que provoca molestias de deslumbramiento.

Para prevenir las molestias del deslumbramiento la CIE recomienda una clasificación

de las luminarias para alumbrado público en tres categorías siguientes, tomando en cuenta la dirección de la máxima intensidad luminosa:

LUMINARIAS "CUT-OFF" O DE HÁZ RECORTADO:

En ellas la máxima intensidad luminosa no debe sobrepasar los 65° con relación a la vertical y las intensidades luminosas en 80° y 90° no pueden tener valores mayores que 30 cd/1000 lm. y 10 cd/1000 lm. respectivamente. De esta manera que las luminarias que cumplan con esta recomendación tendrían el ángulo óptimo de incidencia de la luz en la calzada y evitaría las molestias de deslumbramiento.

LUMINARIAS "SEMI CUT-OFF" O DE HAZ SEMIRECORTADO:

En ellas la máxima intensidad luminosa no debe sobrepasar los 75° con relación a la vertical y las intensidades luminosas en 80° y 90° no deben exceder de 100 y 50 cd/1000 lm. respectivamente. En este tipo de luminarias se halla presente un débil deslumbramiento, que no molesta prácticamente al usuario.

LUMINARIAS "NON CUT-OFF" O DE HAZ NO RECORTADO:

En ellas la máxima intensidad luminosa prácticamente no es controlada y los valores de las intensidades luminosas en 80° y 90° su

o menos 0.4, que es recomendación de la CIE.

Se puede tener una buena uniformidad de iluminación de dos maneras:

- Disminuyendo la distancia entre luminarias. Esta posición no es atractiva por consideraciones económicas.
- Empleando luminarias de un haz ancho de iluminación, surge un problema la presencia de deslumbramiento debido a la gran cantidad de luz emitida sobre el ángulo de 65° (cut-off) o sobre ángulo de 75° (semi cut-off) relativa a la vertical.

Este problema puede ser solucionado con un estudio cuidadoso de la distribución de luz de la luminaria, haciendo los ajustes correspondientes con las recomendaciones de la CIE, la experiencia ha dado como resultado que el espaciamiento entre luminarias es aproximadamente 4 veces la altura de montaje, obteniéndose de esta manera una buena uniformidad.

En cuanto se refiere al problema de deslumbramiento, una buena luminaria reduce al mínimo el efecto de deslumbramiento si se somete a las recomendaciones de la CIE contempladas en el cuadro # 2-10. En la práctica con las luminarias

que se ajustan a estas recomendaciones las alturas de montaje se encuentran entre los 9 a 12 metros de altura, para las cuales esas luminarias están diseñadas, el usuario experimentará virtualmente ninguna molestia por deslumbramiento.

Para seleccionar una buena luminaria, debe cumplir con las siguientes características:

CUERPO DE LA LUMINARIA (CARCAZA):

- Su construcción puede ser de: Plástico a base de polyester con fibra de vidrio; de aleación de aluminio.
- Peso liviano.
- Resistente a las influencias químicas.
- Resistente a los impactos.
- De gran resistencia mecánica.
- Resistente a la intemperie.
- Buena estabilidad dimensional.
- Resistente a la vibración.
- Gran resistencia a los golpes.

EMPAQUE:

El empaque que cierra la carcasa y el plástico difusor, debe ser:

- Impermeable.
- Resistente a la intemperie.

- Resistente a la radiación ultravioleta.
- Resistente a altas temperaturas.
- Resistente a las rajaduras.

DIFUSOR:

- El difusor puede ser construido de plástico methacrylate ó de vidrio.
- La transmisión de luz debe ser alta.
- Asegurar un buen color bajo radiaciones ultravioletas del sol y de la propia lámpara de descarga.
- Alta resistencia a la acción química.
- Resistente a los impactos.

LA BOQUILLA:

La boquilla es construida de cerámica en el que se halla incorporado el casquillo metálico y el contacto central. La cerámica debe ser de alta resistencia y poseer excelente condición aislante y propiedades mecánicas, el casquillo debe ser seguro y robusto.

ALAMBRADO:

El alambrado entre la boquilla y el equipo de arranque, debe ser de conductor flexible y de alta resistencia a la temperatura, generalmente los conductores se encuentran dentro de un tubo (espa

gueti) de amianto para protegerle de la temperatura.

REFLECTOR INTERNO:

El reflector es de aluminio de muy alta pureza (99,98%). El aluminio es químicamente anodizado para darle una gran protección y conservar el brillo.

El reflector es científicamente tratado y construido, ya que de su sistema óptico y de reflexión depende la calidad de la luminaria, es el que da la característica de la distribución de luz.

Dentro de los equipos de arranque tenemos el ballasto, que debe tener las siguientes características:

- pequeño tamaño
- desarrollo de calor relativamente bajo
- potencia de acuerdo a la lámpara de descarga, suministrando una óptima eficiencia luminosa.
- baja pérdida
- no quiere de mantenimiento
- de gran duración
- operación silenciosa
- cumplimiento con todas las regulaciones internacionales.

CAPITULO III

EL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE QUITO

3.1 Sistema actual del alumbrado público en la ciudad de Quito:

La Empresa Eléctrica "Quito" S.A., - es la entidad encargada de suministrar el servicio de la energía eléctrica a la ciudad de Quito y parroquias, la misma que nació como entidad anónima en Septiembre de 1.955, conformada con capitales - del Ilustre Municipio de Quito y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

A pesar de que la Empresa Eléctrica - desde el año de 1.955, toma a su cargo el suministro de la energía eléctrica a la ciudad, no se le determina entre sus funciones la ejecución y explotación de las instalaciones de alumbrado público, - siendo esta función netamente de responsabilidad - del Ilustre Municipio de Quito, por consiguiente - el único organismo encargado de las ampliaciones - y mejoras en los sistemas de alumbrado público, anhelos que no tenían su fiel cumplimiento debido a la estrechez económica del Ilustre Municipio, que no le permitía cumplir con estas obligaciones con

el sector público.

Considerando esta situación por la que atravezaba el Municipio, analiza su política con relación a este servicio de carácter público, y concluye que el único beneficiario de este servicio es el usuario, y promulga la Ordenanza Municipal # 1273, la misma que contempla que los costos que demande las nuevas instalaciones y mejoras del alumbrado público sea cubierto por parte de los usuarios.

La Empresa Eléctrica dando cumplimiento a la ordenanza emitida y consiente a los problemas creados por el deficiente alumbrado, decide emprender un nuevo programa de alumbrado público ya que el existente a esa época resultaba ser totalmente inadecuado para las necesidades modernas de luz. Aunque el sistema para esa época había sido bien concebido, el equipo era viejo y planteaba graves problemas de funcionamiento, constituyendo un peligro físico para el público como a la dificultad de mantener la continuidad de servicio. El resultado era que el mantenimiento era costoso, ante esta situación se vió la necesidad de introducir una mejoras radicales y a gran escala. A parte de ello, el crecimiento de la ciudad, tanto de la población co-

mo de la superficie edificada, se había extendido fuera de las áreas servidas por la Empresa Eléctrica, de modo que hacía falta extenderlo hacia estas áreas recién desarrolladas.

Bien sabido es que la ciudad de Quito es una de las ciudades de latinoamérica que ha experimentado en los últimos años un crecimiento urbanístico inusitado, esto se debe principalmente a los programas de vivienda emprendidos por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda, mutualistas y urbanizaciones realizados por particulares, esto ha hecho que Quito se haya extendido en sus cuatro costados, esto a influido para que ciertos sectores hayan cambiado de situación, así tenemos como ejemplo a las ciudadelas Mariscal Sucre, Colón, Bolívar, Carolina, etc., que años atrás eran sectores residenciales, han pasado a ser sectores comerciales de gran actividad, estos hechos han determinado un crecimiento inusitado del tráfico tanto vehicular como peatonal, acentuándose cada vez más el problema de la seguridad del tránsito.

La seguridad del tránsito se ve favorecido con las instalaciones del nuevo alumbrado público, la influencia del nuevo alumbrado público introducido por la Empresa Eléctrica en la se-

guridad de la circulación vehicular y peatonal se pone de manifiesto en las estadísticas registradas por la Central de Radio Patrullas de la Policía Nacional, en estas estadísticas muestran una reducción considerable en el número de accidentes de tránsito con o sin consecuencias fatales, al haberse instalado el nuevo alumbrado, estas reducciones de accidentes de tránsito se puede observar en la tabla # 3-1.

TABLA # 3-1.- ESTADISTICAS DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN
LOS AÑOS DE 1.972 y 1.977.

TIPO DE ACCIDENTES	1.972	1.977
Choques	861	750
Accidentes sin producir muertes	258	159
Accidentes produciendo muertes	130	108
Rozamientos de vehículos	115	79
Vehículos abandonados	43	31
Vehículos robados	295	240

Antes de que la Empresa Eléctrica -- ponga en vigencia el nuevo plan de alumbrado público, el alumbrado en la ciudad de Quito consis-

tía principalmente a base de luz incandescente, - pocas avenidas disponían de luz de mercurio que - en ese entonces era lo mejor que se disponía en - sistemas de alumbrado público, la Empresa exigía a los urbanizadores que el alumbrado público sea a base de luz de mercurio y que el control del en cendido y apagado sea automático, comandados por suiches fotoeléctricos y relés, en cambio el alumbrado público que estaba bajo la responsabilidad de la Empresa el control del encendido y apagado se lo hacía manualmente en su mayor parte por medio de suiches portafusibles, en el centro colonial de Quito el control era automático. El personal de alumbrado público empleaba al rededor de 3 horas en encender el alumbrado público de la ciudad.

Los gastos de operación y de mantenimiento eran muy altos, además los niveles de iluminación no tenía mayor significación, lo importante era iluminar las calles y avenidas para desaparecer las tinieblas de la noche y dar un poco de seguridad al tránsito y al peatón.

Ante esta situación la Empresa Eléctrica toma conciencia del alumbrado público y en sus realizaciones lo da primera importancia, tal

es así que en Mayo de 1.972 comienza los estudios técnicos y económicos y fundamenta la iluminación pública a base de luminarias con lámparas de vapor de sodio alta presión, mercurio halogenado y mercurio corregido, constituyendo éstas las fuentes sumamente modernas en alumbrado público.

Para determinar el incremento de potencia instalada en el sistema de alumbrado público, en el cuadro # 3-2 se indican las potencias instaladas en el año de 1.971 anterior a la iniciación del nuevo alumbrado, y los incrementos a partir de 1.972 hasta Diciembre de 1.977.

Analizando el cuadro se concluye lo siguiente:

a.- Se evidencia claramente el aumento de potencia en los años 1.972 a 1.977, en el que se indica los porcentajes de incremento.

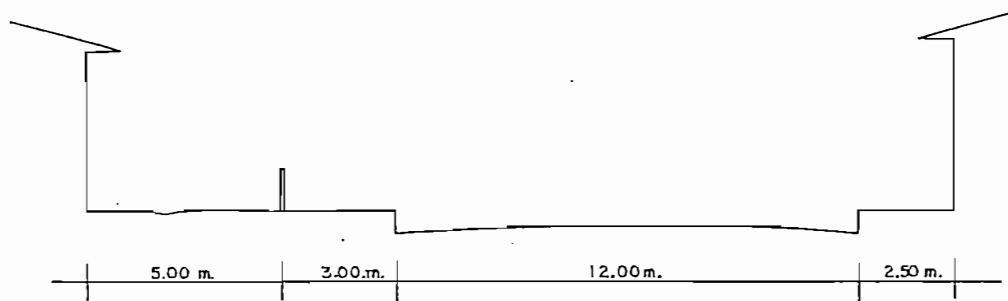
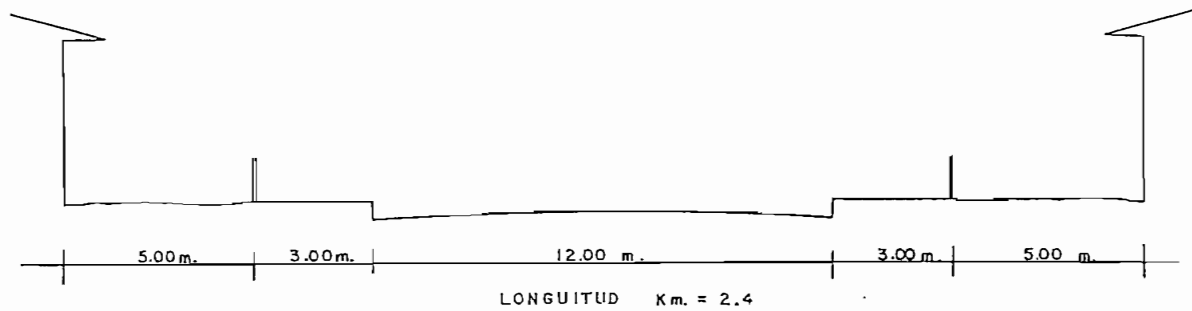
b.- Se observa la exigencia de la Empresa Eléctrica a las nuevas urbanizaciones tengan el alumbrado público a base de luminarias con lámparas de vapor de mercurio.

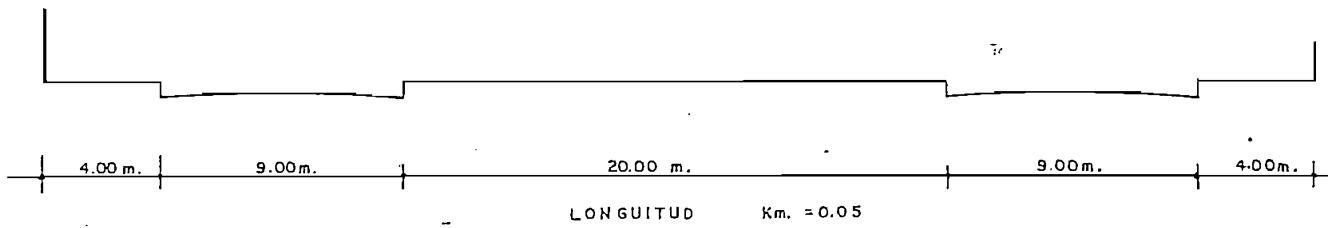
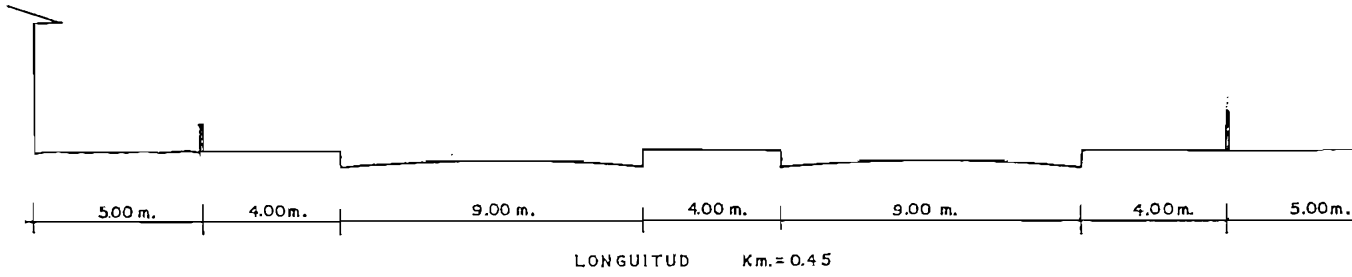
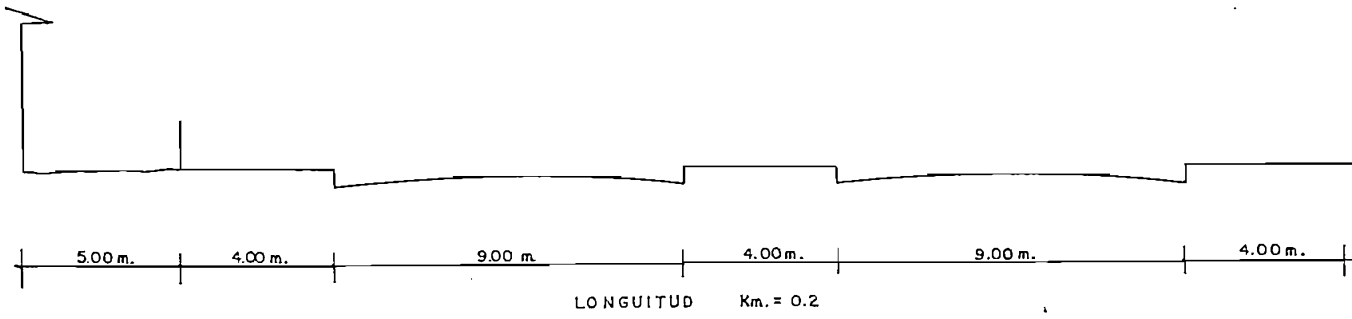
c.- La disminución de luminarias con lámparas incandescentes en los sectores que se hallaban incluidos dentro del programa que contempla la nueva iluminación, y

Tabla # 3-2.- Puntos de luz y potencia incrementada en el sistema de alumbrado Público de la ciudad de Quito, durante los años 1.971- a 1.977

Año	Incandescente		Mercurio		Sodio A.P.		Mercurio halogen.		Potencia total incrementada en vatios.	Número total de Puntos de Luz incrementados.	Porcentaje de incremento en potencia con relación al año anterior.
	Puntos de Luz incrementados	Potencia incrementada en vatios.	Puntos de Luz incrementados	Potencia incrementada en vatios.	Puntos de Luz incrementados	Potencia incrementada en vatios.	Puntos de Luz incrementados	Potencia incrementada en vatios.			
1.971	266	218.600	376	61.765	311	124.400	--	---	404.765	953	
1.972	37	3.800	277	19.720	626	231.650	--	---	255.170	940	63%
1.973	251	10.900	504	93.740	481	166.150	13	5.200	275.990	1.249	108%
1.974	401	33.600	270	53.805	285	92.550	105	42.000	221.955	1.061	117%
1.975	516	50.700	672	113.550	343	101.650	4	1.600	267.500	1.535	121%
1.976	826	83.500	149	18.750	112	35.500	28	11.200	148.950	1.115	56%
1.977	532	28.600	1631	252.925	620	230.000	250	100.000	582.925	3.033	391%

- 140 a -





d.- Se advierte también la presencia de luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión y de mercurio halogenado.

La Empresa Eléctrica para cumplir con este programa de realizaciones, tuvo que convocar a tres concursos internacionales de suministro de luminarias, las firmas concursantes tenían la obligación de presentar los cálculos de iluminación, - para que cumplan con este requisito la Empresa Eléctrica suministraba los siguientes datos, a los que debían someterse:

- a) Nombre de la avenida ó calle a iluminarse.
- b) Longitud en kilómetros de la avenida ó calle a iluminarse.
- c) Dimensiones transversales de la avenida ó calle a iluminarse adjuntando el dibujo del perfil - transversal.
- d) El nivel promedio de iluminación, en luxes, valor inicial.
- e) El coeficiente de uniformidad, en porcentaje, - de acuerdo a la relación entre el valor mínimo de iluminación y el nivel promedio.

Cabe señalar que los tres concursos -- llevados a cabo, gano la firma Belga Schreder, cuyas propuestas se presentan en los cuadros 3-3; -

3-4 y 3-5, acompañados con las figuras 3-1, 3-2, 3-3 en las que se indican el tipo de implantación de las luminarias.

Presentado como está el panorama de la iniciación y puesta en marcha el nuevo alumbrado público de la ciudad, por parte de la Empresa Eléctrica, el mismo que se observa en las principales avenidas y calles, que fué su principal cometido; veamos en cambio los sectores a los cuales no ha llegado dichas mejoras, que corresponden sobre todo a los barrios populares, se conservan aún las lámparas incandescentes de 100W., que dan una iluminación por demás pobre. La Empresa Eléctrica tiene como aspiración el desaparecer del alumbrado público la lámpara incandescente y reemplazarla con lámparas de vapor de mercurio.

Continuación de la Tabla #3-3

OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO A.P.									
Calles y avenidas a ser iluminadas	Dat. Requerid.			Datos obtenidos por el oferente.					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje, en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Av. Amazonas entre Av. Orellana y Av. Naciones Unidas.	1.80	40	30	9.00	RBO	58.0	45.8	30.2	62
Av. Colombia ente Elizalde y Av. Montalvo.	0.75	40	30	9.00	BO	40.0	40.8	52.9	38+
Av. Montalvo entre Av. 6 de Diciembre y 12 de Octubre.	0.25	35	30	9.00	RBO	58.0	43.7	31.5	10
Av. Tarqui entre - Estrada y Av. 12 - de Octubre.	0.55	35	30	9.00	RBO	53.5	35.1	40.6	22+
Av. Patria entre - Av. 10 de Agosto - y 12 de Octubre.	0.75	45	30	9.00	RBO	56.0	45.3	33.0	28
Av. Orellana entre 10 de Agosto y Av. Coruña.	1.50	40	30	9.00	RBO	58.0	45.8	30.2	52
Av. Orellana entre Av. Coruña y le de Octubre.	0.30	35	30	9.00	U	56.0	35.0	30.2	6
Av. Eloy Alfaro entre Av. 10 de Agosto y 6 de Dcbre.	1.80	40	30	9.00	RBO	58.0	43.7	31.5	62
Av. Mariana de Jesús entre 10 de Agosto y Amazonas.	0.95	30	30	9.00	U	45.0	41.3	31.7	28
Av. Naciones Unidas entre 10 de Agosto y 6 de Dcbre	1.20	40	30	9.00	2U	54.6	40.3	32.2	44
Av. Coruña entre - 12 de Octubre y Av Orellana.	0.40	30	30	9.00	RBO	48.0	30.3	33.3	18+
San Gregorio entre Av. América y 10 - de Agosto.	0.35	30	30	9.00	U	56.0	35.0	30.2	7

Continuación de la Tabla #3-3

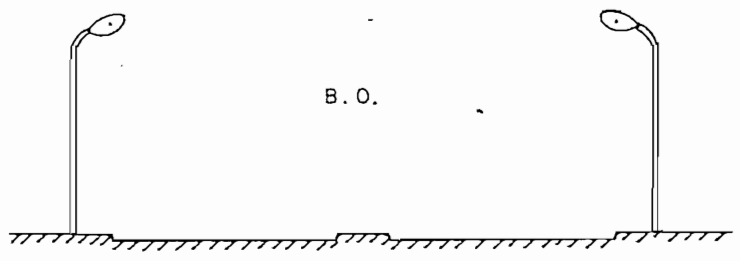
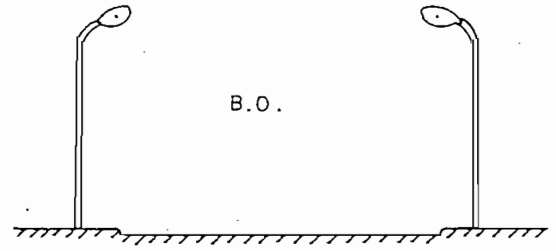
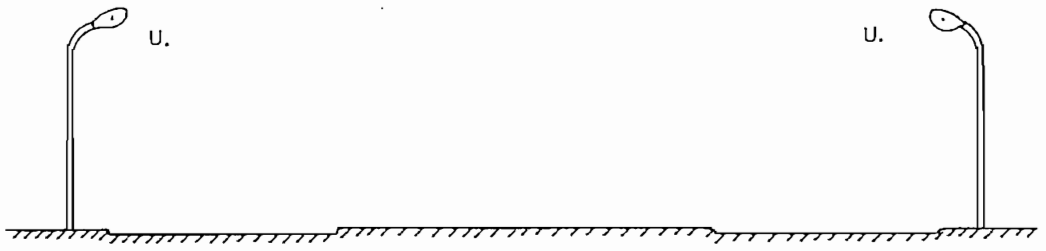
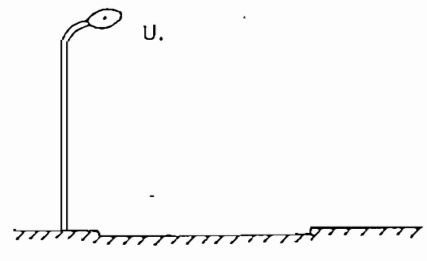
OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO A.P.									
Calles y avenidas a ser iluminadas	Dat.Requeridos			Datos.obtenidos por el oferente.					
	Longitud en km.	Iluminacion media en luxes.	Fact.d'uniformid.	Altura de montaje en metros	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminacion media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W
Av. Diagonal República entre América y Eloy Alfaro.	1.50	30	30	9.00	RBO	48.0	30.2	33.3	64+
Av. de la Prensa entre Plaza Benalcázar y Terminal.	2.40	30	30	9.00	U	45.0	41.3	31.7	54
Av. Río Amazonas entre Monumento - al Labrador y Terminal Aéreo.	1.50	35	30	9.00	RBO	58.0	46.2	30.9	52
Queceras del Medio entre Vía -- Oriental y 12 de Octubre.	0.70	35	30	9.00	U	56.0	35.0	30.2	13
Ladrón de Guevara entre Vía Oriental y 12 de Octubre.	0.70	35	30	9.00	U	56.0	41.7	30.3	13
Vía Oriental entre Ladrón de Guevara y Panamericana Sur frente a Fca. El Recreo.	4.60	35	30	9.00	RBO	58.0	44.9	30.9	160
Av. Pichincha entre San Blas y Vía Oriental.	1.80	40	30	9.00	RBO	59.0	51.9	30.1	62
Relleno del Cumandá entre Maldonado y Vía Oriental.	0.85	35	30	9.00	RBO	47.0	36.0	39.6	36+
Relleno de la Escuela Sucre entre Montúfar y Pichincha.	0.70	35	30	9.00	RBO	47.0	36.0	39.6	30+
Relleno que une la Av. Pichincha y del Cumandá.	0.45	30	30	9.00	RBO	54.0	31.5	30.8	18+

Continuación de la Tabla #3-3

OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR MERCURIO HALOGENADO									
Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente.					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformid.	Altura de montaje, en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Calles del Centro Colonial de Quito	21.00	30	30	6.00	U	48.7	32.4	30.1	431

Para esta oferta esta previsto iluminar 66,41 Kilómetros, con luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión, 1.532W de 400W y 980 de 250W; y 21 kilómetros de calles del centro colonial de Quito, con 431 luminarias con lámparas de vapor de mercurio halogenado.

IMPLANTACION TIPO



IMPLANTACION TIPO

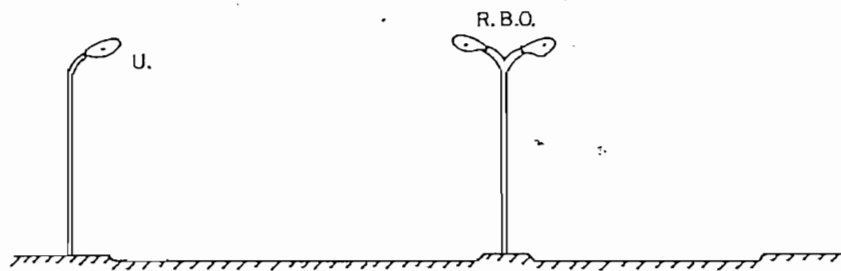
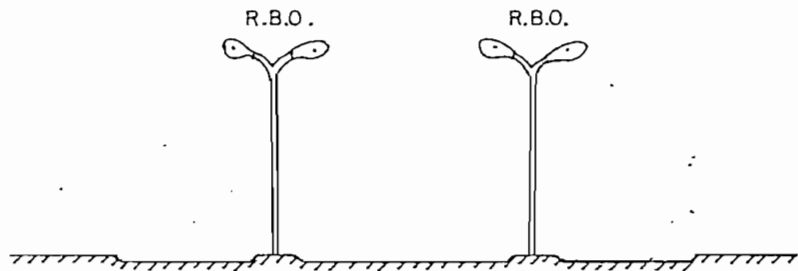
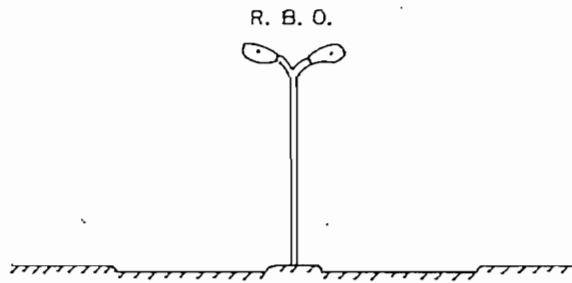
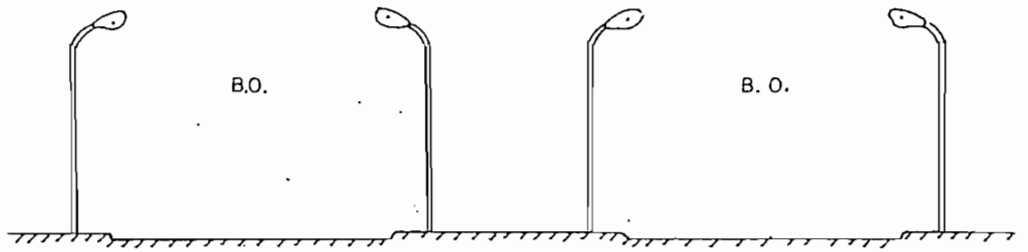


TABLA #3-4 SEGUNDO CONCURSO INTERNACIONAL REALIZADO POR LA
EMPRESA ELECTRICA EL 21 DE MAYO DE 1.974.

OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE SODIO ALTA PRESION									
Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje, en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Av. de la Prensa entre terminal aéreo - hasta el empalme de la Autopista Equinoccial.	5.00	35	30	9.00	C.O.	62	35.3	40.9	162
Av. 10 de Agosto entre Río Amazonas hasta la Av. El Maestro	3.50	35	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	100
Av. El Inca entre Av de la Prensa y Av. 6 de Diciembre.	1.20	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	34
Av. Amazonas entre - Av. Naciones Unidas y Av. 10 de Agosto.	2.20	40	30	9.00	C.O.	62	44.9	30.4	72
Av. de Los Shiris entre Av. Eloy Alfaro y Río Uca.	1.60	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	46
Av. 6 de Diciembre - entre Naciones Unidas y Av. El Inca.	2.60	35	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	74
Av. Atahualpa entre Av. América y Av. Amazonas.	1.10	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	32
Av. Diagonal Eloy Alfaro entre Av. 6 de Diciembre y Gaspar - de Villarroel.	2.00	30	30	9.00	C.S.	50	31.8	30.1	40
Av. Los Sauces entre Av. 10 de Agosto y - Av. Eloy Alfaro.	1.80	30	30	9.00	C.S.	49	31.3	30.2	37

Continuación de la Tabla # 3-4

OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE SODIO ALTA PRESION									
Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requerid.			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje, en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Av. De la República entre Av. Eloy Alfaro y Av. 6 de Diciembre.	0.80	30	30	9.00	C.S.	50	33.8	30.2	30
Av. Diguja entre Av. 10 de Agosto y Vía Occidental.	1.50	30	30	9.00	C.S.	50	33.8	30.2	30
Av. González Suárez entre Calle Muros y Av. Eloy Alfaro.	2.50	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	72
Vía Occidental entre Av. Miraflores y Av. Diguja.	2.60	40	30	9.00	C.O.	58	40.5	37.4	90
Av. Mariana de Jesús entre Av. América y Av. Occidental	1.30	30	30	10.50	C.O.	72	34.5	31.7	36
Av. América entre Av. 10 de Agosto y Av. Amazonas.	0.50	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	14
Av. Coruña entre calle Madrid y Av. González Suárez.	2.40	30	30	9.00	C.S.	50	33.8	30.2	16
				10.50	C.O.	71	35.9	31.1	26
				9.00	C.S.	50	33.6	30.5	14
Av. Ladrón de Guevara entre vía Oriental y calle Madrid.	0.80	30	30	10.50	C.O.	71	35.9	31.1	24
Av. Amazonas entre Orellana y Av. Eloy Alfaro.	0.60	40	30	9.00	C.O.	62	44.9	30.4	20
Av. Rodrigo de Chávez entre Av. 5 de Junio y Av. Bahía.	0.50	30	30	9.00	C.S.	48	31.7	30.9	11

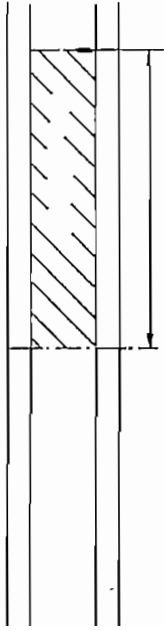
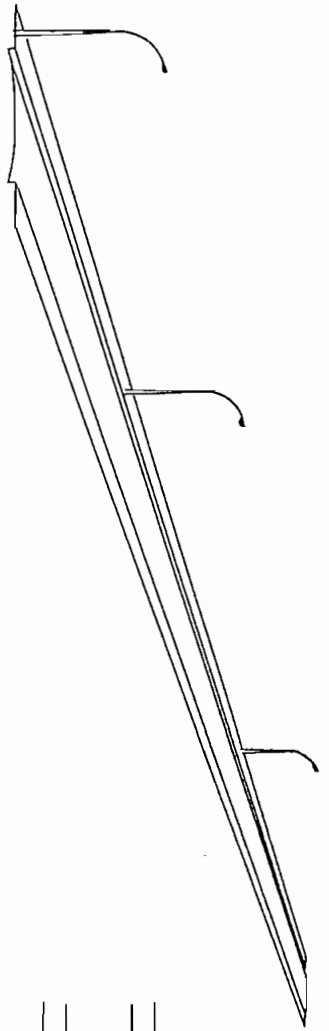
Continuación de la Tabla #3-4

OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE SODIO DE ALTA PRESION									
Calle y Avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad	Altura de montaje, en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Av. Maldonado entre Av. Rodrigo de Chávez y Calle Pungalá	3.00	35	30	10.50	C.O.	72	36.4	30.4	84
Av. Bahía entre Av. 5 de Junio y Parroquia de Chillogallo	4.50	30	30	10.50	C.O.	64	30.1	46.1	142
Av. Alonso de Angulo entre Av. Bahía y Av. Maldonado.	2.20	30	30	10.50	C.O.	71	35.1	31.1	62
OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE MERCURIO HAOLOGENO.									
Calle Miranda entre Av. 10 de Agosto y Av. América.	0.50	30	30	7.00	C.O.	38	33.2	34.4	28
Calle Versalles entre Av. Pérez Guerrero y Cuero y Caido.	1.60	20	30	7.00	O.S.	38	37.9	46.4	42
Calle Veintimilla entre Andalucía y Versalles.	1.80	20	30	7.00	O.S.	48	43.6 45.8 33.7	50.3 57.5 36.0	6 11 32
Calle Isabela Católica entre Veintimilla y Av. Coruña.	0.80	20	30	8.50	C.S.	38	25.1	45.6	21
Calle Asunción entre Av. 10 de Agosto y Calle Benalcázar.	0.80	20	30	7.00	O.S.	38	45.8	57.5	21
Calle Asunción entre Av. 10 de Agosto y Calle Benalcázar.	0.80	20	30	7.00	O.S.	38	45.8	57.5	21
Calle Benalcázar entre Asunción y Oriente.	1.30	20	30	7.00	O.S.	38	45.8	57.5	35

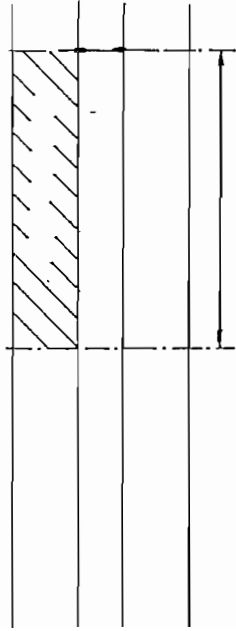
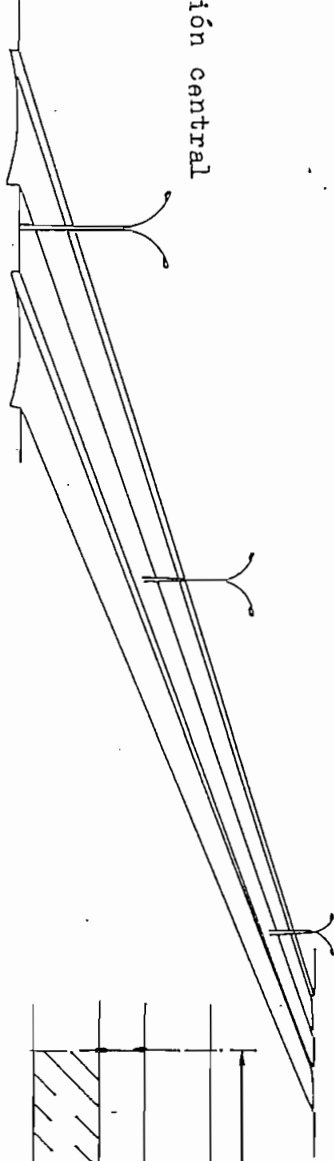
OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE MERCURIO HALOGENO.									
Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mt.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Calle Riofrío entre Av. 10 de Agosto y Calle Benalcázar.	0.80	20	30	7.00	O.S.	38	43.6	50.3	21
Calle Santa Prisca.	0.30	35	30	7.00	O.S.	38	36.2	38.1	8
Calle Briseño entre Av. Guayaquil y Calle Vargas.	0.30	35	30	7.00	O.S.	38	40.6	44.2	8
Calle Caldas entre Av. Guayaquil y calle Vargas.	0.30	30	30	7.00	O.S.	38	45.0	53.4	8
Calle Madrid entre Av. 12 de Octubre y Av. Coruña.	0.30	30	30	7.00	O.S.	38	35.1	30.3	8
Calle Toledo entre Ladrón de Uevara y calle Madrid.	0.60	30	30	8.50	C.S.	38	30.1	42.9	16

Para esta segunda oferta esta previsto iluminar 44,2 Kilómetros de avenidas con 1.262 luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 vatios; y 9,9 kilómetros de calles, con 279 luminarias con lámparas de vapor de mercurio halogenado de 400 vatios.

un lado
(OS)



disposición central
(OO)



Central alternada
(OS)

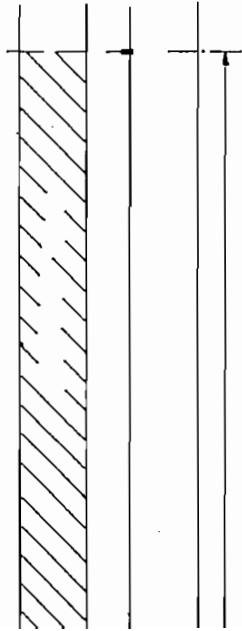
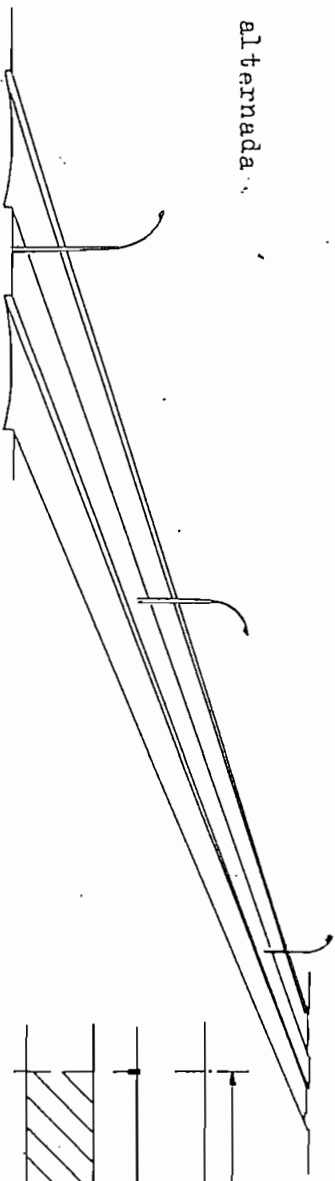


TABLA #3-5 TERCER CONCURSO INTERNACIONAL REALIZADO POR LA EM

PRESA ELECTRICA EL 19 DE DICIEMBRE DE 1.977

Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat.Requeridos			Datos obtenidos por el oferente						
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact.d'uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias	
Av. Pedro Vicente Maldonado entre Rocafuerte y Av. Rodrigo de Chávez.	2.3	40	30	9.00	U	63	41.9	30.4	43	
Av. Pedro Vicente Maldonado entre Teodoro Gómez de la Torre y Pungalá.	1.6	40	30	11.00	RAC	70	41.0	32.8	44	
Av. Napo entre calle Tío Cajas y Av. Maldonado.	0.7	40	30	9.00	U	63	40.1	31.7	18	
Av. Bahía de Caráquez entre Av. Viracocha y calle Juan Lucero.	4.6	40	30	11.00	RAC	62	40.4	46.2	150	
Av. Alonso de Angúlo entre Av. Maldonado y Bahía.	2.0	35	30	11.00	RAC	73	35.5	33.4	56	
Av. Tnte. Hugo Ortiz entre Quebrada La raya y Av. Bahía.	1.3	30	30	11.00	RAC	77	31.2	30.3	34	
Av. Viracocha entre Av. Bahía y Calle Quisquis.	0.3	30	30	11.00	U	74	30.6	30.6	4	
Calle Quisquis entre Cañarís y Quitus.	0.1	30	30	11.00	U	74	30.3	30.3	2	
Calle Quitus entre Quisquis y Epiclachima.	0.3	30	30	10.50	U	69	30.5	36.2	5	
Calle Epiclachima entre Quitus y Rodrigo de Chávez.	0.5	30	30	10.50	U	69	31.0	33.0	8	
Av. de Los libertadores entre Av. Bahía y Gral.Pintág.	1.0	30	30	9.00	CT	49	31.4	30.2	18	
Av. Gualberto Pérez entre Av. Maldonado y	1.7	30	30	10.50	U	69	30.1	34.6	4	
				10.50	CT	55	31.2	32.2	4	

Continuación de la Tabla #3-5

Calle y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.
Av. 5 de Junio entre Fco. Quijano y Av. - Rodrigo de Chávez.	1.7	35	30	10.00	U	66	35.9	33.6	27
Calle Juan del Alcázar entre Av. Napo - y Juna del Valle.	0.7	30	30	10.50	CT	56	32.3	31.4	13
Av. Primero de Mayo entre Av. Napo y Cayambe.	0.2	30	30	11.00	RAC	74	34.3	31.4	6
Av. Napo (bifurcación línea férrea) - hasta Gualberto Pérez.	0.3	30	30	11.00	RAC	74	34.3	31.4	8
Av. Andrés Pérez entre Gualberto Pérez y Mac. Clellán.	0.4	30	30	10.50	CT	55	30.5	32.4	8
Calle Leonidas García entre Maldonado y Oriental.	0.5	30	30	11.00	U	74	31.0	30.9	8
Av. 24 de Mayo entre Cebollar y calle Paredes Polanco.	1.3	30	30	11.00	RAC	74	34.3	31.4	36
Calle Cumandá entre Paredes Polanco y Av Occidental.	1.2	35	30	11.00	RAC	71	35.0	35.3	34
Av. Pichincha entre Vicente León y Av. - Oriental.	1.1	35	30	11.00	RAC	69	35.5	36.6	32
Av. 10 de Agosto entre Monumento al Labrador y Carretas.	4.7	40	30	10.50	RBAC	56	41.4	43.9	172
Av. América entre - San Gabriel y Mariana de Jesús.	0.2	40	30	11.00	RAC	62	41.3	45.8	8

Continuación de la Tabla #3-5

Calle y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requerid.			Datos obtenidos por el oferente						
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantacion.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad %	Cantidad de luminarias 400 W.	
Avenida Universitaria entre Av. América y calle 18 de Septiembre.	0.5	35	30	11.00	RAC	73	36.6	32.4	14	
Av. Universitaria entre 18 de Septiembre y Av. Occidental.	0.8	35	30	11.00	RAC	73	36.6	32.4	22	
Av. 6 de Diciembre entre Av. Patria y Calle Juan Severino.	2.	35	30	9.50	U	64	35.1	31.0	40	
Av. Federico González Suárez entre Juan Severino y Gonceiat.	0.7	30	30	11.00	RAC	77	31.2	30.3	18	
Av. 6 de Diciembre entre Av. Naciones Unidas y Av. El Inca.	2.4	35	30	11.00	RAC	69	35.5	36.6	76	
Av. Amazonas entre Geodésicos y Calle Logroño.	0.6	40	30	11.00	RAC	70	43.4	32.4	20	
Av. La Gasca entre Av. América y Av. Occidental.	1.4	30	30	10.50	CT	55	31.2	32.2	24	
Av. Mariana de Jesús entre Av. América y Fco. Cruz Miranda.	0.8	30	30	9.00	CT	50	30.5	32.0	16	
Av. Eloy Alfaro entre Av. 6 de Diciembre y Av. El Inca.	4.4	30	30	9.00	CT	50	30.5	32.0	89	
Av. Atahualpa entre Av. América y Av. Amazonas.	1.1	30	30	9.00	CT	50	32.5	30.5	22	
Av. de la República entre Av. América y Av. 10 de Agosto.	0.9	30	30	11.00	RAC	77	31.2	30.3	24	

Continuación de la Tabla #3-5

Calles y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente						
	Longitud en km.	Iluminación media en Luxes.	Fact. de uniformidad	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en Luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 100 W	
Av. de los Shiris entre Av. y calle el Chinchinal.	3.4	30	30	11.00	BO	62	30.3	30.4	85	
Av. República de El Salvador, Av. Los Shiris y N.N.U.U.	1.1	30	30	10.5	CT	55	30.2	32.4	20	
Av. Naciones Unidas entre Av. 10 de Agosto y Av. América.	0.6	40	30	11.00	RAC	70	41.0	32.8	18	
Portugal entre Av. Eloy Alfaro y Av. Los Shiris.	0.2	30	30	10.00	CT	50	31.5	33.3	13	
Diguja entre Av. Occidental y Av. 10 de Agosto.	1.4	30	30	10.50	CT	55	30.0	32.0	27	
Brasil entre Sumaco y Av. América.	1.1	30	30	10.50	CT	55	30.2	32.4	21	
Av. Gaspar de Villarroel entre Eloy Alfaro y Av. 10 de Agosto	1.8	30	30	9.50	CT	53	30.4	31.7	34	
Av. de la Prensa entre Av. 10 de Agosto y Nazareth.	5.0	30	30	9.00	CT	48	30.1	31.2	109	
Av. El Inca entre Av. Eloy Alfaro y Av. 10 de Agosto.	2.6	30	30	11.00	CT	74	30.1	30.3	43	
Av. Juan de Azcaray entre Av. Amazonas y Av. 10 de Agosto.	0.4	30	30	9.00	CT	49	31.4	30.2	9	
Av. Río Uoca entre Av. Eloy Alfaro y Av. 10 de Agosto.	2.0	30	30	10.50	U	69	32.1	36.8	30	

Continuación de la Tabla # 3-5

Calle y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requerid.			Datos obtenidos por el oferent.						
	Longitud en km.	Iluminación media en Luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.	
Av. del Maestro entre Av. de la Prensa y calle Edmundo Carvajal.	1.0	30	30	10.50	CT	55	30.2	32.4	18	
Vía Occidental (contrato espec.)	15.0	40	30							
Av. Coruña entre Av. Orellana y Av. Gonzáles Suárez.	1.1	30	30	10.50	CT	56	32.0	30.9	21	
Eduardo Wimper entre Av. 6 de Diciembre y Av. Coruña.	0.4	30	30	9.00	CT	50	30.1	33.1	8	
Calle Madrid entre Av 12 de Octubre y Av. - Coruña.	0.7	30	30	10.50	U	69	32.1	36.8	11	
Calle Toledo entre calle Madrid y Ladrón de Guevara.	0.6	30	30	10.50	CT	56	32.3	31.4	11	
Calle Tomás de Berlanga. entre	0.9	30	30	10.50	U	69	32.3	31.4	8	
OFERTA A BASE DE LUMINARIAS CON LAMPARAS DE MERCURIO HALOGEN.										
Calle Versailles entre Av. Pérez Guerrero y calle Cuero y Caicedo	1.6	20	30	10.00	U	70	21.6	30.6	28	
Calle Cuero y Caicedo entre Av. 10 de Agosto y Av. América.	0.5	20	30	10.00	U	69	22.3	31.5	8	
Calle Veintimilla entre Andalucía y Versailles.	1.8	20	30	10.00	U	60	21.8	31.5	30	
Isabel La Católica entre calles Mena Caamaño y Av. Coruña.	0.8	20	30	10.00	CT	56	20.6	30.3	19	

Continuación de la Tabla #3-5

Calle y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente					
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformid.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400.W.
Calle Asunción entre Av. América y calle Nicaragua.	0.7	20	30	10.00	U	70	22.0	32.5	10
Calle Benalcázar entre calles Asunción y Oriente.	0.8	20	30	10.50	U	72	21.8	31.5	18
Calle Meiofrio entre calle Benalcázar y - Av. 10 de Agosto.	0.8	20	30	10.00	U	70	21.7	32.0	12
Calle Santa Prisca - entre Av. 10 de Agosto y Av. América.	0.3	35	30	9.00	U	46	35.1	62.1	7
Calle Briseño entre Guayaquil y Vargas.	0.3	35	30	9.00	U	48	35.1	71.0	7
Calle Caldas entre - Guayaquil y Vargas.	0.3	30	30	9.00	U	58	30.0	43.5	6
Calle Galápagos entre Guayaquil y Vargas.	0.1	20	30	10.50	U	72	21.8	31.4	2
Calle Oriente entre Av. Pichincha y García Moreno.	0.5	30	30	9.00	U	60	30.2	36.1	9
Calle García Moreno entre Esmeraldas y - Oriente.	0.1	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	2
Calle Vargas entre - Manabí y Oriente.	0.2	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	4
Calle Manabí entre - Av. Pichincha y Flores.	0.2	30	30	9.00	U	60	30.0	35.9	4
Calle Cotopaxi entre Mejía y Manabí.	0.2	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	4
Calle Espejo entre - Montúfar y Guayaquil.	0.2	30	30	9.00	U	59	30.0	39.6	4

Continuación de la Tabla # 3-5

Calle y avenidas a ser iluminadas.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente						
	Longitud en km.	Iluminación media en luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en luxes.	Factor de uniformidad. %	Cantidad de luminarias. 400 W.	
Calle Espejo entre - García Moreno y Benalcázar.	0.1	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	2	
Calle Ipiiales entre Mideros y Chile.	0.3	30	30	9.00	U	55	30.3	38.0	6	
Calle Junín entre - Flores y Montúfar.	0.1	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	2	
Calle Loja entre Barahona y Chimborazo.	0.4	30	30	9.00	U	60	30.3	36.3	8	
Calle Chimborazo entre Loja y Bahía.	0.6	30	30	9.00	U	59	30.0	39.6	11	
Calle Rocafuerte entre Joaquín Zaldumbide y Luis Chávez.	0.1	30	30	9.00	U	59	30.0	39.6	2	
Calle Iñaquito entre Naciones Unidas	0.6	30	30	9.00	U	58	30.0	43.5	11	

Continuación de la Tabla #3-5

Barrios a ser iluminados.	Dat. Requeridos			Datos obtenidos por el oferente.						
	Longitud en km.	Iluminación media en Luxes.	Fact. d' uniformidad.	Altura de montaje en metros.	Implantación.	Distancia entre luminarias en mts.	Iluminación media en Luxes.	Factor de uniformidad %	Cantidad de luminarias 400 W.	
OFERTA A BASE DE LUMINARIA CON LAMPARA DE MERCURIO COLOR CO RREGIDO										
América	6.0	30	30	9.00	U	28.5	30.5	64.1	211	
Cotocollao	17.0	20	30	9.00	U	42.0	20.8	31.1	405	
San Juan	7.5	20	30	9.00	U	42.0	20.8	31.1	179	
El Tejar	11.0	20	30	9.00	U	42.0	20.8	31.1	262	
Mariscal Sucre	10.6	30	30	9.00	U	28.5	30.5	64.1	372	
Larrea	3.2	30	30	9.00	U	28.5	30.5	64.1	113	
La Floresta	3.2	30	30	9.00	U	28.5	30.5	64.1	113	
La Tola	6.7	30	30	9.00	U	28.5	30.5	64.1	235	
Manosalvas	1.1	20	30	9.00	U	42.0	20.8	31.1	27	

Para esta oferta esta previsto iluminar 162.3 kilómetros de avenidas y calles, con 1.623 luminarias con lámparas de vapor de sodio

de alta presión, 212 luminarias con lámparas de mercurio halogenado de 400 W, y 1.917 luminarias con lámparas de vapor de mercurio de color corregido de 400 W.

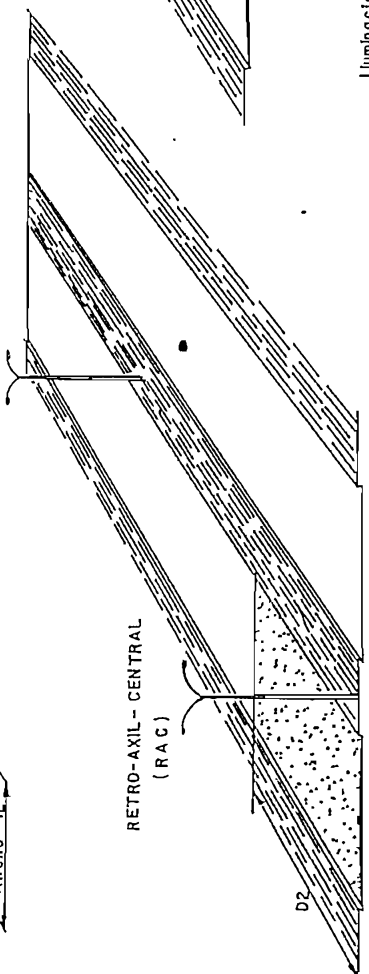
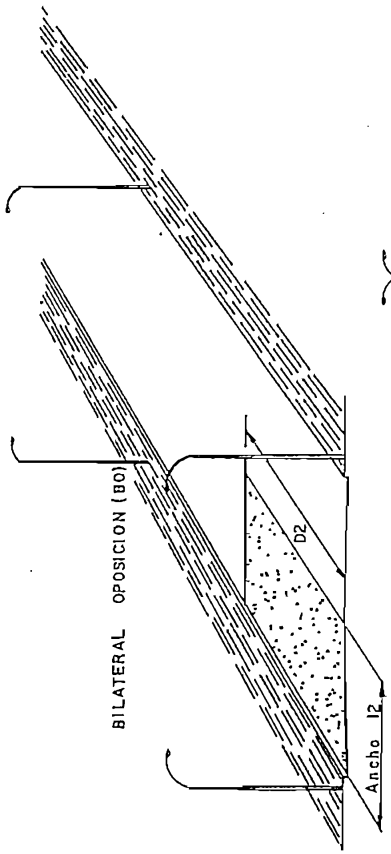
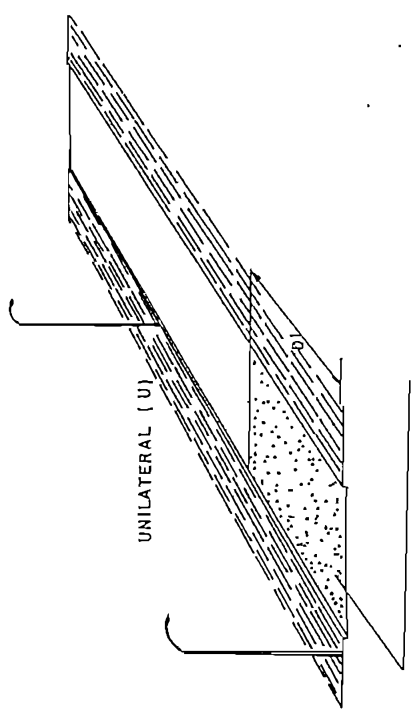
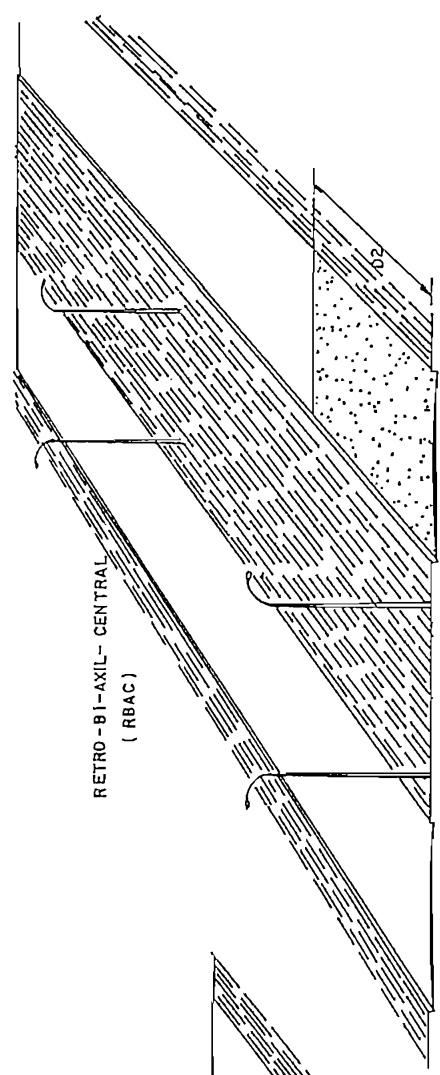
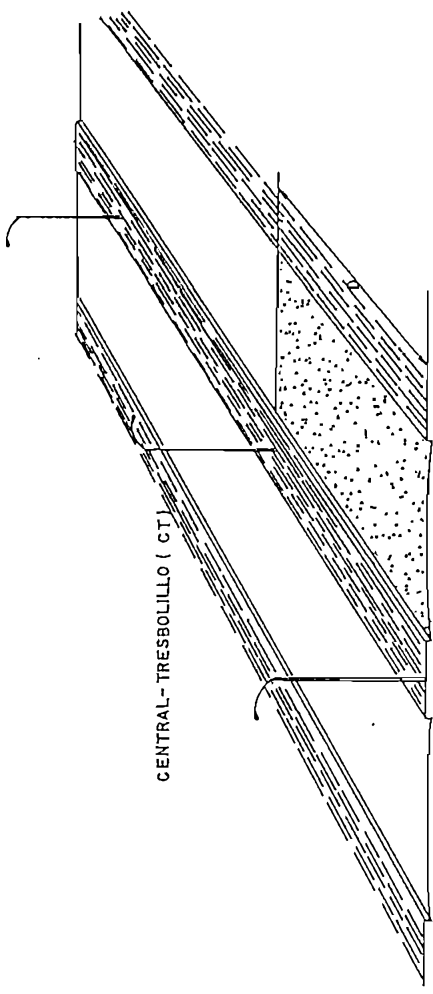
No todas las luminarias contratadas en los tres concursos internacionales han sido instaladas de acuerdo a las indicaciones técnicas sugeridas, dando como resultado cambios en más o en menos a los niveles promedios requeridos, consultado sobre este particular a la Empresa Eléctrica indican que dichos cambios se deben a dos factores principales: el primero se debe a presiones por parte de la Municipalidad, que han hecho inclusive que se instalen luminarias en lugares que no han estado previstos; la segunda, se debe a que muchos de los lugares a iluminarse de acuerdo al programa de mejoras ya disponen de postería con redes de distribución eléctrica, y que resultaría muy costoso el reubicar la postería a las distancias que indican las ofertas ganadoras.

El costo que le demanda a la Empresa Eléctrica esta expansión de mejoramiento del sistema de alumbrado público de la ciudad de Quito, en sus tres etapas, es el siguiente:

Primera etapa.....	US \$	355.005,00
Segunda etapa.....	US \$	189.332,15
Tercera etapa.....	US \$	10'573.919,00

COSTO TOTAL.....	US \$	11'118.256.15

Empresa Eléctrica ha indicado que, - conforme vaya recaudando el costo de esta inversión, continuará con su programa trazado de mejoramiento del alumbrado público de la ciudad de Quito, inclusive este programa se extiende hasta las parroquias rurales.



Illuminacion medio y uniformidades son calculados con las especificaciones de ASA Standard D

3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIUDAD. ZONIFICACION:

Quito, capital de la República del Ecuador y cabecera cantonal que lleva su nombre, se encuentra ubicada en el sector Nor-Central de la cadena montañosa de los Andes, a 22 kilómetros al sur de la Línea equinoccial, a las faldas -- orientales del Pichincha, a 2.818 metros de altura sobre el nivel del mar, $78^{\circ} 29' 56''$ de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, $0^{\circ} 12' 57''$ de latitud sur.

La ciudad se acienta sobre un plano de topografía fuertemente accidentado y esta constituido por zonas muy irregulares, especialmente la ciudad antigua llamada casco colonial, fundada por los españoles el 6 de Diciembre de 1.534 escogieron estos sectores accidentados con fines guerreros, es así como encontramos calles estrechas con cambios de pendientes.

La ciudad posee dos tipos de climas bien marcados que se denominan invierno y verano; el invierno que va desde el mes de Octubre hasta el mes de Mayo se caracteriza por la presencia de lluvias, precipitaciones que tienen lugar a par--

ZONIFICACION:

Con el propósito de llegar a una zoni
ficación de la ciudad de Quito, con fines de ilumi
nación, es necesario tomar en cuenta ciertos críte
rios que nos ayudan a analizar situaciones simila-
res de desemvolvimiento humano, que nos permite -
llegar a una clasificación de zonas.

Una ciudad ofrece facilidades al de--
semvolvimiento del ser humano tales como: medios -
de circulación, disponibilidades de centros de pro
visión del sustento diario, posibilidades para rea
lizar intercambios en lo comercial, industrial, ad
ministrativo, social y económico, estas facilida--
des que presta la ciudad al habitante permite una
concentración humana que día tras día va en aumen
to hasta llegar a saturarlo, como en el caso de -
nuestro centro colonial, consecuentemente viene el
crecimiento físico inevitable de la misma.

Este crecimiento inusitado que a expe
rimentado nuestra ciudad de Quito, ha sido regula
do y coordinado por parte del Ilustre Municipio de
Quito, dando lugar a la creación de nuevos barrios
y urbanizaciones, contando con establecimientos en
cargados de suministrar los productos de primera -

necesidad, como también con obras de urbanización de servicios indispensables para el convivir humano. Estos barrios y urbanizaciones se han desarrollado tanto al norte como al sur tomando como referencia nuestro centro colonial de Quito.

Este es el caso de nuestra ciudad de Quito, cuyo centro denominado "Centro Histórico" ó "Centro Colonial", ha sido construido este sector de la ciudad por los españoles en la parte más accidentada, esto no ha permitido la construcción de calles anchas o avenidas, las características de las calles de este sector de la ciudad son estrechas de 6 a 8 metros de ancho, con aceras de 1 a 1,50 metros de ancho, muchas de las calles tienen pendientes pronunciadas que dificultan el tráfico vehicular. Por otra parte, nuestro Centro Histórico se ha convertido en el centro administrativo y comercial exclusivamente, a tal punto que existen oficinas de múltiples actividades y almacenes de toda índole, prácticamente se encuentra saturada de estas actividades, dejando poca posibilidad de vivienda, esto ha hecho que en forma diaria el público concurra en forma masiva a este sector de la ciudad, habidos de realizar sus gestiones administrativas, como también a rea

lizar compras, consecuentemente el tránsito, vehi-
cular es demasiado intenso y de muy poca veloci-
dad, las calles estan a su máxima capacidad, este
es el panorama general de nuestro centro colonial.
Tomando en cuenta las características descritas -
de este sector, merece dentro del campo de la ilu-
minación un trato especial.

Con esta expansión de la ciudad, el
Ilustre Municipio dentro de su planificación ur-
banística a contemplado avenidas de primer orden
y calles de mayor amplitud, con el fin de facili-
tar a estos barrios y urbanizaciones nuevas se -
unan con el centro de actividades administrativas
y comerciales descrito anteriormente. De acuerdo
con nuestra topografía estas avenidas y calles de
primer orden se desarrollan a lo largo de la ciu-
dad, convirtiéndose en avenidas de gran tráfico -
vehicular y de buena velocidad, además a lo largo
de estas avenidas se estan estableciendo activida-
des administrativas tales como Ministerios y ofi-
cinas de firmas importantes que se han estableci-
do sobretudo en el sector norte de la ciudad a -
partir de la Alameda, también se han establecido
almacenes de gran importancia, todo esto ha hecho
que ayude a descongestionar un tanto a nuestro -

Centro Colonial. Dentro de la planificación del alumbrado público hay que tomar en cuenta estos criterios para establecer los niveles promedios de iluminación adecuados, estos niveles se indican en el siguiente numeral de este capítulo.

De acuerdo a las exposiciones que se vienen dando, existen calles y avenidas principales de barrios, urbanizaciones y sectores, por las cuales se realiza todo el movimiento vehicular y peatonal (ejemplo la calle Yaguachi del barrio El Dorado, la calle Mdrid del Barrio La Floresta, etc.).

Por último tenemos aquellas calles netamente residenciales, donde el ambiente es sumamente tranquilo.

Tomando en consideración los criterios expuestos acerca de la utilidad que prestan las diferentes calles y avenidas de la ciudad de Quito y que son necesarios tomarlos en cuenta para la planificación del alumbrado público, podemos clasificar tentativamente las calles y avenidas en cuatro clases principales:

Clase A: Alumbrado para arterias de gran importancia, con circulación de tránsito densa y rápida, donde las exigencias se impo--

nen al alumbrado público están determinadas por la seguridad, la velocidad y la comodidad del tránsito.

Clase B: Alumbrado para calles con una considerable circulación de vehículos y peatones, donde, además de las necesidades de los conductores, deben tenerse en cuenta las de los peatones y los comercios y donde entran también consideraciones de amabilidad y estéticas.

Clase C: Alumbrado para calles secundarias pero - que se les considera necesarias en los movimientos barriales, con poca circulación vehicular.

Clase D: Alumbrado para calles residenciales, con una circulación vehicular casi nula. El alumbrado en este caso, está destinado - al servicio público general y no a los - fines de tránsito. .

Según la importancia de las avenidas y calles de la clase A, quedan divididas en las - subclases 1 y 2, a las cuales son aplicables las recomendaciones presentadas en el cuadro #3-6.

Este cuadro contine únicamente valores específicos para el nivel de luminancia.

Con respecto a la uniformidad de la luminancia y la limitación del deslumbramiento no se presentan más que recomendaciones cualitativas, por no ser practicable todavía la determinación de límites - numéricos.

Sin embargo, cuidando de que las instalaciones de alumbrado satisfagan las exigencias, - puede mantenerse tanto el deslumbramiento como el grado de uniformidad dentro de límites estrechos. De tal manera que el único factor que influye en los resultados de percepción es la luminancia medida de la calzada, que permite la evaluación de la instalación de alumbrado público.

CUADRO # 3-6 CUADRO EXPLICATIVO DE LAS CLASES DE CALLES
Y AVENIDAS

Clase de instalación de alumbrado.	Tipo de Calle o Avenida	Nivel medio de luminancia. ² cd/m ²	Grado de uniformidad de la luminancia.	Deslumbramiento.
A ₁	Circulación densa y rápida.	2	Muy buena	Reducido
A ₂	Circulación considerable	1	Buena	Reducido.
B	Circulación densa y lenta y -- peatonal intensa.	1	Muy buena	Reducido.
C	Pasos principales de circulación local.	0,5	Buena	Moderada.
D	Calles residenciales.	0,25	Satisfactoria.	Admisible.

A continuación se presenta el cuadro # 3-7 en el que se indican a manera de ejemplo las calles y avenidas que estan de acuerdo a la clasificación presentada en el cuadro # 3-6.

CUADRO # 3-7 CLASIFICACION DE CALLES Y AVENIDAS TIPOS -

CLASE A		CLASE B	CLASE C	CLASE D
CLASE A ₁	CLASE A ₂			
Guayaquil	Av. Colón	Venezuela	Tomás de - Berlanga.	Lugo
Av. 10 de Agosto.	Av. Pa-- tria.	G. Moreno		Llona
Av. Améri ca.	Av. Tar- qui.	Benalcázar	Valparaí- so.	Nicara- gua
Av. 6 de Diciembre	Av. San- ta Prisca	Chile		Florea- na.
Av. 12 de Octubre	Av. Alon- so Angulo	Imbabura	Av. Los - Arrayanes	Flavio Alfaro
Av. de la Prensa	Calle 9 - de Octubre	Montúfar Flores	Madrid	Adrian Navarro
Av. Bahía	Av. Rodri- go de Chá- vez.	Bolívar	Río de Ja neiro.	Paya

3.3. DETERMINACION DE NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDA-
BLES:

El alumbrado público en la ciudad de -
Quito como nos consta no ha progresado a tono con el
crecimiento urbanístico de la misma, el público de
nuestra ciudad como los visitantes extranjeros si--
guen notando las viejas luminarias y lámparas incan-
descentes instaladas en nuestro sistema de alumbr-

do público, que nos dan niveles de iluminación sumamente bajos, que no se compadecen con las necesidades actuales especialmente con el gran incremento del tránsito vehicular que siempre está demandando mejores niveles de iluminación, pero como conocemos esta situación no es fácil de solucionar, requiere sobre todo de una gran inversión.

Para dar solución a este problema impostergable, han aunado esfuerzos: el Ilustre Municipio de Quito promulgando la ordenanza respectiva que crea la tasa en favor del alumbrado público, la Empresa Eléctrica financiando la obra de dicho alumbrado y el público aceptando dicha imposición, de esta manera se han impuesto la tarea de proporcionar a la ciudad de Quito de un alumbrado público excelente, moderno, para la seguridad vial y también para mejorar la apariencia nocturna de la ciudad.

Se observa que la Empresa Eléctrica viene atacando este nuevo sistema de alumbrado público activa y progresivamente.

Para proyectar este gigantesco programa de extensión y modernización del alumbrado público, que requiere de elevados niveles medios de iluminación, se dispone de modernas lámparas, como son

las de mercurio halogenado y de sodio de alta presión, que tienen larga vida útil y el rendimiento elevado, como también se disponen de modernas luminarias que distribuyen la luz de estas lámparas eficazmente. Con estos equipos nos permite obtener niveles de iluminación mucho más altos.

Para la determinación de los niveles de iluminación es necesario recordar los principales cometidos que desempeña el alumbrado público - son los de:

- Proporcionar una iluminación suficiente que ofrezca la máxima seguridad tanto al tráfico rodado - como al de peatones.
- Facilitar el mantenimiento de la Ley y el orden durante la noche.
- Dar un aspecto atractivo a las vías urbanas.

Las estadísticas demuestran que los accidentes de tránsito y los actos delictivos nocturnos disminuyen notablemente disponiendo de un buen alumbrado público. Así mismo el desarrollo comercial y turístico dependen mucho de la calidad de dicho alumbrado, para obtener esta calidad tenemos dos factores determinantes que debe cumplir el alumbrado público y estos son:

alumbrado público en base a la intensidad del tráfico rodado o a la velocidad media que por ella circulan, como también se hace un estudio social y económico del sector.

La rapidez de percepción y por consiguiente de conocimiento, depende principalmente de una buena iluminación de los objetos situados dentro del campo visual. Por ello el cálculo del alumbrado público se suele llevar a cabo considerando el nivel de iluminación de la calzada con el que, fijando correctamente los niveles y factores de uniformidad, se consigue una adecuada visibilidad dentro de los mínimos exigidos y recomendados por la CIE.

Antes de determinar los niveles de iluminación y factor de uniformidad de nuestras avenidas y calles, conviene hacer un breve análisis del desarrollo urbanístico de nuestra ciudad, como conocemos nuestra ciudad se ha desarrollado más longitudinalmente, tiene al rededor de 40KM. de largo desde Cotocollao hasta Guamaní y más o menos unos 7 Km de ancho entre Toctiuco y Vicentina Baja, esto hace que nuestra principal arteria vehicular sea la conformada por la Panamericana Sur, calle Maldonado, calle Guayaquil, Av. 10 de Agosto y Pa-

namericana Norte; a parte de esta principalísima - arteria, también tenemos otras principales avenidas y calles que ayudan al flujo vehicular de la ciudad como son: Vía Oriental que se continúa por la calle Napo, la 5 de Junio y la Av. Bahía en el sur de la ciudad; en la parte central, tenemos todas las calles que forman nuestro centro histórico; en el norte de la ciudad tenemos, la Av. América, Av. 6 de Diciembre, Av. Colombia, Av. 12 de Octubre, y dentro de poco entrará en servicio la Vía Occidental. La importancia de estas avenidas y calles ha hecho que a lo largo de ellas se desarrolle un intenso comercio.

Luego tenemos las avenidas transversales que tienen menor importancia, con excepción de las avenidas Patria y Colón que son avenidas de carácter comercial, las demás ayudan a canalizar el tráfico hacia las avenidas longitudinales.

Inmediatamente después en importancia tenemos las calles de sectores comerciales, como es el caso de la Urb. San Luis, Ciudadela Larrea, Urb. Bonifaz Panizo, Ciudadelas Colón, Bolívar y Mariscal Sucre, etc.

Por último tenemos las calles residenciales que también tienen sus categorías, aquellas

que pertenecen a urb. de gente pudiente como es - el caso de la Urb. Arroyo Delgado, y hasta aquellas que pertenecen a barrios de escasos recursos como Toctiuco, Ferroviaria Alta, La Colmena, etc.

A continuación se indica en la tabla # 3-9 el contaje de vehículos por hora realizados en diferentes calles y avenidas, datos que nos ayudarán a determinar los niveles de iluminación.

Las tablas #3-10 y 3-11 están basadas en las recomendaciones internacionales de la CIE que han sido tomadas en cuenta por la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., corresponden a niveles de iluminación y sus correspondientes factores de uniformidad en función de la intensidad del tráfico rodado y de la velocidad media del mismo. Los valores dados en ellas son mínimos aceptables y constituyen un equilibrio entre las necesidades visuales de los usuarios de las vías públicas y las posibilidades económicas de satisfacerlas.

Para los casos que no se disponga de datos numéricos sobre el tráfico, puede utilizarse la Tabla #3-12, en la que se dan valores mínimos y normales de los niveles de iluminación y sus factores de uniformidad en función del tipo de la vía pública que se trate.

TABLA # 3-9 DENSIDAD DE TRAFICO VEHICULAR POR LAS CALLES
PRINCIPALES DE LA CIUDAD DE QUITO
NUMERO DE VEHICULOS POR HORA.

NOMBRE DE AVENIDAS Y CALLES	Volúmen de circulación vehicular de - 6 y 30 am. a 8 y 30 pm.
Av. 10 de Agosto	2.700
Av. América	2.000
Av. 6 de Diciembre	1.500
Av. 12 de Octubre	1.400
Av. Gran Colombia	1.490
Av. de la Prensa	1.200
Calle Maldonado	1.100
Calle Guayaquil	1.100
Calle Venezuela	1.100
Av. Patria	1.550
Av. Amazonas (hacia el aeropuerto)	1.300
Av. Amazonas (Sector Mariscal)	800
Av. Orellana	1.200
Av. Colón	1.300
Av. Naciones Unidas	600
Av. Pérez Guerrero	700
Av. Universitaria	600
Av. Bahía	500
Av. Eloy Alfaro	800
Av. Rodrigo de Chávez	400
Calle Queceras del Medio	800
Calle Ladron de Guevara	600
Vía Oriental	1.100
Av. Mariana de Jesús	800

NOMBRE DE AVENIDAS Y CALLES	Volúmen de circulación vehicular de 6 y 30 am. a 8 y 30 pm.
Calle Gualberto Pérez	500
Calle Madrid	500
Calle Tomás de Berlanga	450
Av. 24 de Mayo	700
Calle García Moreno	450
Calle Vargas	550
Calle Pedro Fermín Cevallos	350
Calle Rocafuerte	200
Av. La Gasca	1.000
Las Casas	300
Calle Versalles	600
Calle San gregorio	500
Calle Benalcázar	350
Calle Montúfar	380
Calle Imbabura	350
Calle Juan León Mera	800
Av. 5 de Junio	350

Datos proporcionados por la Dirección Nacional de Tránsito, y obtenidos personalmente.

TABLA # 3-10 NIVEL Y FACTOR DE UNIFORMIDAD DE ILUMINACION
SOBRE LA CALZADA, EN SERVICIO:

Iluminación media en lux	4	7	15	22	30
Uniformidad	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30
TIPO DE VIA	VEHICULOS POR HORA				
Vía principal con <u>ti</u> nuación de carretera de red básica afluentes a una de estas.	-- 250-500	500-1000	1000-1800	Más de 1800	
Vía principal de <u>ca</u> rácter comercial.	-- 300-600	600-1200	---	----	
Vía principal con <u>ti</u> nuación de red local o vecinal.	-- 400-800				
Vías Urbanas	150-300	300-600	600-1200	1200-1400	Más de 2.400

TABLA # 3-11 NIVEL Y FACTOR DE UNIFORMIDAD DE ILUMINACION,
TENIENDO EN CUENTA LA VELOCIDAD DE TRAFICO RODADO.

Iluminación media en lux.	4	7	15	22	30
Uniformidad	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30
VELOCIDAD	VEHICULOS POR HORA				
Inferior a 25 km/h	150-400	400-800	800-1600	1600-3200	Más de 3.200
Superior a 55 km/h	150-250	250-500	500-1000	1000-1800	Más de 1.800

TABLA # 3-12 NIVEL Y FACTOR DE UNIFORMIDAD DE ILUMINACION =
SOBRE LA CALZADA Y EN SERVICIO, EN AUSENCIA DE DATOS
NUMERICOS SOBRE EL TRAFICO:

Tipo de Vías	VALORES MINIMOS		VALORES NORMALES	
	Ilumina ción me dia. lux	Factor de uniformi- dad.	Ilumina ción me dia. (lux)	Factor - de uni-- formidad
Carretera de las re- des básicas o afluen tes.....	15	0.25	22	0.30
Vías principales o - de penetración conti nuación de carrete-- ras básicas o afluen tes.....	15	0.25	22	0.30

En el estudio de un alumbrado público de vialidad es aconsejable prever el posible incremento de circulación en el futuro, con el objeto de que la instalación no quede anticuada prematuramente.

En nuestro país no existen normas que regulen y determinen las características técnicas que deben reunir las instalaciones de alumbrado público, sin embargo para realizar el estudio del nuevo alumbrado público a darse a la ciudad de Quito, se ha tenido que recurrir a las recomendaciones contempladas en la CIE y aplicarles a nuestro medio, naturalmente se han introducido variaciones que se encuadran a dichas recomendaciones internacionales. Los niveles de iluminación adoptados concuerdan con los que la Empresa Eléctrica viene aplicando obteniéndose resultados bastante satisfactorios.

Para la determinación de los niveles medios de iluminación que constan en la tabla # 3-13 se ha tomado en cuenta los siguientes criterios y factores:

- Importancia de la avenida o calles, de acuerdo a la zona que atravieza.
- El grado social de nuestro pueblo.

- El número de accidentes ocurridos.
- Situaciones políticas provenientes de los sectores Municipales y Gubernamentales (Caso de la Bahía a la que se le da un nivel mayor de la que necesita).
- Desarrollo comercial.
- Desarrollo cívico.
- Número de vehículos por hora
- Velocidad media por hora.
- Ancho de la calzada.
- Tipo de luz a emplearse.
- Ordenamiento del tráfico vehicular.
- Se ha tomado en cuenta la recomendación de las tablas siguientes: 3-1; 3-6; 3-7; 3-10; 3-11; 3-12 y 3-9.

Una vez que se ha determinado los niveles de iluminación a implantarse en la ciudad de Quito, conviene como base de planificación elaborar una lista detallada de todas las avenidas y calles, como un resumen sinóptico de la situación del alumbrado, a fin de establecer prioridades y atender a las calles y avenidas donde son más urgentes las mejoras de alumbrado.

Para obtener una imagen clara a este respecto, lo mejor que se puede hacer es preparar

un plano de la ciudad de Quito, en el que todas - las calles estén marcadas la clase de instalación y el nivel de iluminación, para el efecto se escogieron los siguientes colores: para las calles - a_1 - rojo; A_2 - azul ; B - amarillo ; C - verde y para la clase D se deja en blanco.

TABLA # 3-13 NIVEL MEDIO, FACTOR DE UNIFORMIDAD Y DESLUMBRAMIENTO DE ILUMINACION PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA CIUDAD DE QUITO:

Clase de - instala- ción	Tipo de calle o avenida.	Nivel me- dio de - ilumina- ción en lux	Grado de uni- formidad en %	Deslumbra- miento.
A ₁	Circulación - densa y rápi- da.	40 a 50	30 a 40	Reducido
A ₂	Circulación - considerable	30 a 40	30 a 40	Reducido
B	Circulación - densa y lenta y peatonal in- tensa.	20 a 30	30	Reducido
C	Calles princi- pales de cir- culación lo- cal.	10 a 20	30	Moderada
D	Calles resi- denciales.	5 a 10	20 a 30	Admisible

CAPITULO IV

DISEÑO Y CALCULO DEL ALUMBRADO PUBLICO PARA AVENIDAS Y -
CALLES DE LA CIUDAD

4-1. Tipificsción de avenidas y calles:

La tipificación de las avenidas y calles de la ciudad de Quito, se la ha realizado tomando en cuenta los criterios expuestos en el Capítulo III, numeral 3.2 y numeral 3.3, página y respectivamente y el cuadro # 3-7.

4-2. Análisis económico comparativo entre tipos de iluminación:

El desarrollo de nuevas fuentes de iluminación han permitido un cambio radical en la mayoría de los conceptos de proyectos de instalaciones de alumbrado público.

Al realizar un análisis de un nuevo alumbrado público es necesario tomar en cuenta todas sus partes como son: lámparas, luminarias, postes, brazos, transformadores, cables, energía, mantenimiento e instalación.

Además la duración de la lámpara, las dimensiones de la zona a iluminarse y el nivel de

iluminación, son factores que afectan a los costos de un sistema de iluminación.

Por consiguiente, el análisis comprensivo de un sistema de iluminación, bien sea nuevo o modernizado, en una labor que exige conocimientos técnicos y administrativos y resulta un poco más complejo que el simple estudio del costo inicial, pero a la larga se compensa con creces por los importantes ahorros que hace posible para las empresas, sin sacrificar la calidad o cantidad de luz requerida.

Esto se está haciendo cada día más obvio con el aumento del rendimiento de las nuevas fuentes de iluminación tales como lámparas de sodio de alta presión y los de mercurio halogenado.

La razón fundamental que mueve al estudio comprensivo de un sistema de iluminación es la evaluación económica del mismo, y por consiguiente el propósito del presente estudio es el efectuar una evaluación objetiva de dicho sistema.

Existen dos formas de realizar la evaluación económica; la más importante y la que más énfasis hace sobre la calidad de los aparatos es la del costo por luxes. - La otra forma es la correspondiente al costo inicial.

La costumbre de tomar en cuenta solo el costo inicial es muy común, ya que ofrece gran sencillez y rapidez para tomar decisiones comerciales; este método se limita casi exclusivamente a considerar los postes y luminarias, de esta manera simplifica el análisis de ofertas y facilita la decisión de compra.

La verdadera economía de un sistema de iluminación pública empieza a notarse solamente cuando se diseña un sistema para un determinado nivel medio de iluminación e incorpora objetivos tales como lámparas de alto rendimiento, técnicas de capacidad lumínica mantenida, adaptabilidad futura y costos de funcionamiento durante la vida útil del equipo, este sistema se llama costo por luxes.

El sistema de costo por luxes, ha ganado popularidad porque ofrece la flexibilidad del empleo de nuevas fuentes de iluminación, nuevas luminarias, según van saliendo al mercado. La aplicación de este importante concepto compuesto de cuatro criterios principales:

- 1.- La distribución luminosa, es el producto de la coordinación entre la lámpara, reflector y reflector.

Esta distribución lo presentan los fabricantes mediante datos fotométricos.

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE), definen lo que es la distribución, pero la coordinación real de un conjunto lumínico y sus datos fotométricos específicos para obtener esta distribución luminosa, es uno de los principales elementos competitivos de las ofertas.

- 2.- El nivel de iluminación mantenido, que es el efecto duradero que adquiere las empresas. Un sistema que está diseñado para mantener un determinado nivel de iluminación ofrece ventajas duraderas y representa una mejor compra para las empresas.
- 3.- Los costos de funcionamiento, es decir, los gastos que hay que pagar año tras año durante la vida útil del equipo. El consumo de energía, el mantenimiento de los aparatos, incluyendo la limpieza y el recambio de lámparas y de otros componentes, son todos parte de los costos de funcionamiento.

Cualquier sistema de evaluación que contribuya a elegir el menor costo de funcionamiento durante el mayor período de tiempo puede resultar en ahorros económicos muy importantes para las empresas.

4.- El costo y la inversión inicial son los factores que deben tenerse en cuenta al realizar un buen análisis de un sistema.

El costo inicial que puede amortizarse durante el período de vida útil del equipo, representa una decisión importante desde el punto de vista financiero.

Por lo general, los costos iniciales y de amortización reciben una importancia desmesurada y en muchos casos esto produce decisiones que no están basadas en buenos criterios técnicos.

Los estudios de análisis de los sistemas, se están realizando sobre todo mediante el uso de computadores para realizar los cálculos a detalle, se están convirtiendo en una tarea más fácil y menos costosa.

A continuación se presenta un estudio económico, comparativo entre fuentes de iluminación de sodio de alta presión, mercurio halogenado y mercurio corregido, que la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., puede emplear en el alumbrado público de la ciudad de Quito, para el efecto utilizamos el cuadro que a continuación exponemos y que es la clave para la comparación económica de proyectos de iluminación.

ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO DE PROYECTOS DE ILUMINACION

C o n c e p t o s	Sodio alta pres.	Mercurio Halogen.	Mercurio Corregido.
I Inversión inicial en <u>equipo:</u>			
1.- Cantidad de lumina- rias.	36	50	80
2.- Costos de cada lumi- naria en S/.	5.230,00	4.930,00	3.340,00
3.- Costo total de lumi- narias lx2, en S/.	188.280,00	246.500,00	267.200,00
4.- Cantidad de postes	36	50	80
5.- Altura de montaje - en M.	9,00	9,00	9,00
6.- Costo del poste y - brazos en S/.	2.555,00	2.555,00	2.555,00
7.- Costo total de los postes 4x6, en S/.	91.980,00	126.750,00	204.400,00
8.- Cantidad de lámpa-- ras por luminaria.	1	1	1
9.- Cantidad de lámpa-- ras lx8	36	50	80
10.-Costo de cada lámpa ra en S/.	723,00	723,00	540,00
11.-Costo total de lám- paras en S/. 9x10.	26.028,00	36.150,00	43.200,00
12.-Costo de equipos, - cables, interrupto- res, etc. en S/.	123.950,00	133.800,00	208.320,00
13.-Costo total del e- quipo con lámpara,- 12 x 11.	149.978,00	169.950,00	351.520,00

C o n c e p t o s	Sodio alta ' pres.	Mercurio Halogen.	Mercurio Corregido.
14.- Inversión inicial relativa, en equi po. 17/valor más bajo del sistema.	1	1.13	2.34
<u>II.-MANO DE OBRA INI-- CIAL ESTIMADA:</u>			
15.- Montaje de postes	1.300,00	1.300,00	1.300,00
16.- Luminaria	300,00	300,00	300,00
17.- Mano de obra neta, postes + lumina-- rias (4 x 15) + - (1 x 16), en S/.	57.600,00	80.000,00	128.000,00
18.- Equipos, calbes,- interruptores, - etc. en S/.	10.500,00	15.000,00	24.200,00
19.- Total de la mano de obra inicial - 17 + 18.	68.100,00	95.000,00	152.200,00
20.- Total de la inver sión inicial equi po y mano de obra 13 + 19.	218.078,00	264.950,00	503.720,00
21.- Inversión inicial relativa 20/ va-- lor más bajo del sistema.	1,00	1.21	2.31
<u>III.-CALCULOS DE ILUMI NACION:</u>			
22.- Separación entre luminarias, en me tros.	58,00	40,00	25,00
23.- Factor de utiliza ción.	0,44	0,33	0,295

C o n c e p t o s	Sodio alta pres.	Mercurio Halogen.	Mercurio Corregido.
24.-Factor de mantenim <u>ie</u> miento.	0,80	0,80	0,70
25.-Iluminación media en luxes.	40	40	40
26.-Inversión inicial por luxes 20/25.	5.451,95	6.623,75	12.593,00
<u>IV.-GASTOS ANUALES:</u>			
27.-KW por luminaria	0,40	0,40	0,40
28.-KW totales del - sistema 1 x 27	14,40	20,40	32,00
29.-Luminarias funcio <u>n</u> nando anualmente, en horas.	4.380	4.380	4.380
30.-Energía total,Kwh por año. 28 x 29	63.072	87.600	140.160,00
31.-Costo de la ener- gía, por Kwh, en S/.	0,80	0,80	0,80
32.-Demanda en carga KW/ mes	0	0	0
33.-Demanda de carga anual 28 x 32 (12 meses)	0	0	0
34.-Costo anual de Kwh 30 x 31 en S/.	50.457,60	70.080,00	112.128,00
35.-Período de cambio de lámparas (horas de vida).	14.000	8.000	16.000
36.-Número de lámparas cambiadas (29/35)x9	11	27	22

C o n c e p t o s	Sodio alta pres.	Mercurio Halogen.	Mercurio Corregido.
37.-Costo de cambio de lámparas 36 x 10 - en S/.	7.953,00	19.521,00	11.880,00
<u>V.-MANTENIMIENTO MANUAL MANO DE OBRA + MATE- RIAL:</u>			
38.-Costo de la mano de obra, S./hombre / hora.	400,00	400,00	400,00
39.-Tiempo para cambio de lámparas/lumina- ria.	0,10	0,10	0,10
40.-Número de cambios / lámparas.	0,31	0,54	0,28
41.-Costo de cambio de lámparas solo mano de obra. 4 x 38 x 39 x 40.	440,00	1.080,00	880,00
42.-Tiempo de limpieza/ luminaria, en horas.	0,50	0,50	0,50
43.-No. de limpieza/año /luminaria 29/25.	0,31	0,54	0,28
44.-Costo de limpieza, - solo mano de obra - 1 x 38 x 42 x 43.	2.232,00	5.400,00	4.480,00
45.-Total de mantenimien- to anual 41x44, en S/.	2.672,00	6.480,00	5.360,00
46.-Gastos anuales de - funcionamiento menos gastos fijos 33 x 34 x 37 x 45.	61.082,60	96.081,00	129.368,00

C o n c e p t o s	Sodio alta pres.	'Mercurio halogen.	'Mercurio Corregido.
47.-Gastos anuales de funcionamiento/luxes menos gastos fijos 46/25.	1.527,07	2.402,03	3.234,20
<u>VI.-GASTOS FIJOS POR AÑO:</u>			
48.-Recuperación del capital (10 años - 8% int. anual) (13 x 0.149030)	22.351,22	25.327,65	52.387,00
49.-Total de gastos anuales de funcionamiento 46 + 48 + 49.	83.433,82	121.408,65	181,765,00
50.-Gastos anuales por luxes 49/25	2.085,85	3.035,22	4.543,88
<u>VII.-COSTOS RELATIVO DE LA LUZ:</u>			
51.-Total de la inversión inicial relativa por luxes. 26/valor más bajo del sistema.	1,00	1,21	2,31
52.-Costo anual relativo por luxes incluyen do gastos fijos. 50/valor más bajo del sistema.	1,00	1,46	2,18
53.-Costo anual relativo por luxes menos gastos fijos. 47/valor más bajo del sistema.	1,00	1,57	2,12

De acuerdo al presente análisis económico se puede ver que el costo inicial de un sistema de alumbrado público con fuentes de iluminación como las lámparas de sodio de alta presión resulta ser más económico a la final, así observamos que es más barato en un 21% con relación a las luminarias de vapor de mercurio halogenado y un 131% más económico que las luminarias de vapor de mercurio de color corregido.

Además, este ahorro se extiende durante el resto de la vida útil del sistema. Un análisis de costo por nivel de iluminación por luxes pone de relieve esta economía de varias formas distintas y tiene en cuenta, al mismo tiempo, los constantes cambios en los productos ofrecidos por los fabricantes.

De esta manera se muestran los resultados de una comparación de sistemas para la iluminación de la ciudad de Quito, también con este análisis se demuestra también los importantes ahorros que pueden obtenerse de acuerdo al método de costo nivel de iluminación en luxes. Existen ventajas que no la podemos establecer o mostrar claramente todas las variables que inciden en el cos-

to de una instalación de alumbrado público.

De esta forma de analizar un sistema de iluminación, los fabricantes se han hecho eco de esta situación, que cada vez se preocupan de sacar al mercado luminarias de mejor rendimiento, haciéndolos más sofisticadas, de mejores estudios en su sistema óptico, en su sistema hermético capaz de mejorar la iluminación mantenida en la calzada, así como evitar la acumulación de suciedad en el interior de la luminaria que es uno de los factores que disminuye el rendimiento lúminico, también han mejorado en el equipo de arranque que garantiza un buen funcionamiento.

El presente análisis económico se lo ha realizado tomando como base los resultados del cálculo, realizados en el numeral 4.3 del presente artículo, que corresponde a la Av. Amazonas entre la Av. Naciones Unidas y Av. Eloy Alfaro.

4.3. PROYECTO DE DISEÑO Y CALCULO DE ALUMBRADO PUBLICO

TIPICO:

Con el propósito de indicar el procedimiento seguido en el cálculo de alumbrado público, se ha escogido como ejemplo típico la avenida Amazonas entre las Avenidas Eloy Alfaro y Naciones Unidas.

Para el estudio de esta avenida se ha tomado en cuenta todos los criterios enunciados a lo largo de la presente tesis, así tenemos que:

- a) Es una avenida de primer orden, llamada ha convertirse en una arteria vehicular de gran flujo de tránsito, ya que atravieza una zona urbana sumamente importante, que se está convirtiendo en una zona comercial de primer orden.
- b) La implantación de las luminarias en la calzada será central, de acuerdo a lo que se indica en el capítulo I, numeral 1.4.1, literal d, ver figura # 4-1.
- c) Las luminarias a emplearse serán del tipo Cut-Off, que presenta un deslumbramiento reducido, de acuerdo a lo que se indica en el capítulo II, numeral 2.3, tabla # 2-10.

Avancé de la luminaria = 0.50 metros

Datos de las luminarias y de iluminación:

Se escogieron tres tipos de luminarias y de lámparas, con el fin de establecer una comparación de rendimiento y cuyos resultados sirvieron para realizar el análisis económico comparativo tratado en el numeral anterior (4.2).

D a t o s	Sodio al ta pres.	Mercurio halogen.	Mercurio Corregido.
Luminaria marca	Schreder	Schreder	Schreder.
Tipo	DTN.3.B	DTI.3.B	DM.3
Reflector número	66	110	97
Lámpara marca	Philips	Philips	Philips
Flujo luminoso en - lúmenes.	47.000	30.000	23.000
Inclinación de la - lámpara con rela--- ción a la luminaria	20°	20°	20°
Nivel de luminación media inicial, en - luxes	40	40	40
Factor de uniformi- dad.	30%	30%	30%

CALCULO DE LA ILUMINACION MEDIA:

— Para efectuar el cálculo de la ilumi

nación media, se puede realizarlo por dos métodos:

1.- Cálculo usando las curvas del factor de utilización:

El más fácil y rápido modo de calcular la iluminación promedio de una calzada, es utilizando las curvas del factor de utilización suministradas por el fabricante, hallado este factor se aplica en la siguiente formula:

$$E_m = \frac{f_u \cdot \phi L \cdot f_m}{A \cdot D}$$

Donde:

ϕ = flujo luminoso de la luminaria

A = ancho de la calzada

D = distancia entre luminarias

f_u = factor de mantenimiento (en nuestro estudio tiene un valor del 1 = 100% por cuanto estamos calculando el nivel promedio inicial y no el mantenido).

El método simple para determinar el valor del factor de utilización (f_u) para una sección transversal de la calzada, depende las distancias transversales, limitando por los bordillos --

expresadas en unidades de alturas de montaje (h). En este caso el valor del factor de utilización - se los obtiene de la relación entre las distancias transversales desde la posición proyectada de la luminaria en la calzada hasta los bordillos (ver la figura #4-1), existen dos tipos de relaciones: uno anterior (hacia el lado de la calzada) y el - otro posterior (hacia el lado de las casas).

El factor de utilización (fu) de una luminaria se puede definir como la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie y el nominal emitido por la lámpara instalada. El factor se obtiene de las curvas de utilización faci-litadas por el fabricante.

En el estudio que se esta realizando en la avenida amazonas, procedmos a establecer estas relaciones que nos faciliten a determinar los factores de utilización por cada una de las lumi-narias materia del estudio que se esta realizando: sodio alta presión, mercurio halogenado y mercu--rio de color corregido.

$$\begin{aligned} \text{Relación anterior} &= \frac{\text{Distancia lateral}}{\text{altura de montaje}} = \frac{A - a}{h} \\ &= \frac{9 \text{ metros} - 0,50 \text{ metros}}{9 \text{ metros}} = 0,94 \end{aligned}$$

a= avance de la luminaria hacia la calzada (ver fig. 4-1).

$$\begin{aligned} \text{Relación posterior} &= \frac{\text{Distancia lateral}}{\text{Altura de montaje}} = \frac{a}{h} \\ &= \frac{0,50}{9} = 0,06 \end{aligned}$$

Con estas relaciones obtenidas pasamos a las curvas de utilización suministradas por los fabricantes y determinamos los factores de utilización para cada una de las luminarias - que estamos empleando en el presente estudio, (- ver figuras 4-2 ; 4-3 y 4-4) curvas de utilización suministradas por la firma Schereder S.A. del Ecuador.

FACTORES DE UTILIZACION

R e l a c i o n e s	Sodio alta presión.	Mercurio halogen.	Mercurio Corregido
Anterior 0,94	0,40	0,29	0,275
Posterior 0,06	0,04	0,04	0,02
Total	0,44	0,33	0,295

Con estos valores de factores de utilización obtenidos aplicamos en la fórmula de iluminación promedio. De la cual despejamos -

la incógnita que deseamos encontrar, "distancia en
tre luminarias" (D).

$$D = \frac{Fu. \ \emptyset. \ fm}{Em. \ A}$$

D a t o s	Sodio alta presión.	Mercurio halogen.	Mercurio corregido.
Factor de utilización (fu).	0,44	0,33	0,295
Flujo luminoso $\emptyset L$ en lúmenes.	47.000	30.000	23.000
Factor de mantenimien <u>to</u> (fm).	1.00	1.00	1.00
Nivel de iluminación (Em). en luxes.	40	40	40
Ancho de calzada	9-4-9	9-4-9	9-4-9
Distancia entre lumi- narias en metros.	58	28	19

En este tipo de cálculo no se toma en cuenta el aporte de las luminarias vecinas, lo que hace que no se aproveche el flujo luminoso adicional, que ayudaría a conseguir mayores distancias, por lo tanto a abaratar la instalación.

Para obtener el nivel lumínico medio mantenido en la calzada, debe tomarse en cuenta -

minaciones parciales producidas por las otras luminarias, obtenidas mediante la aplicación de la fórmula:

$$E_p = \sum_{i=1}^n \frac{I \times \cos^3 \alpha \times \cos^3 \beta}{h^2}$$

ó por la fórmula equivalente:

$$E_p = \frac{I \cos^3 \theta}{h^2}$$

La figura # 4-2 nos indica los ángulos que influyen en el presente cálculo.

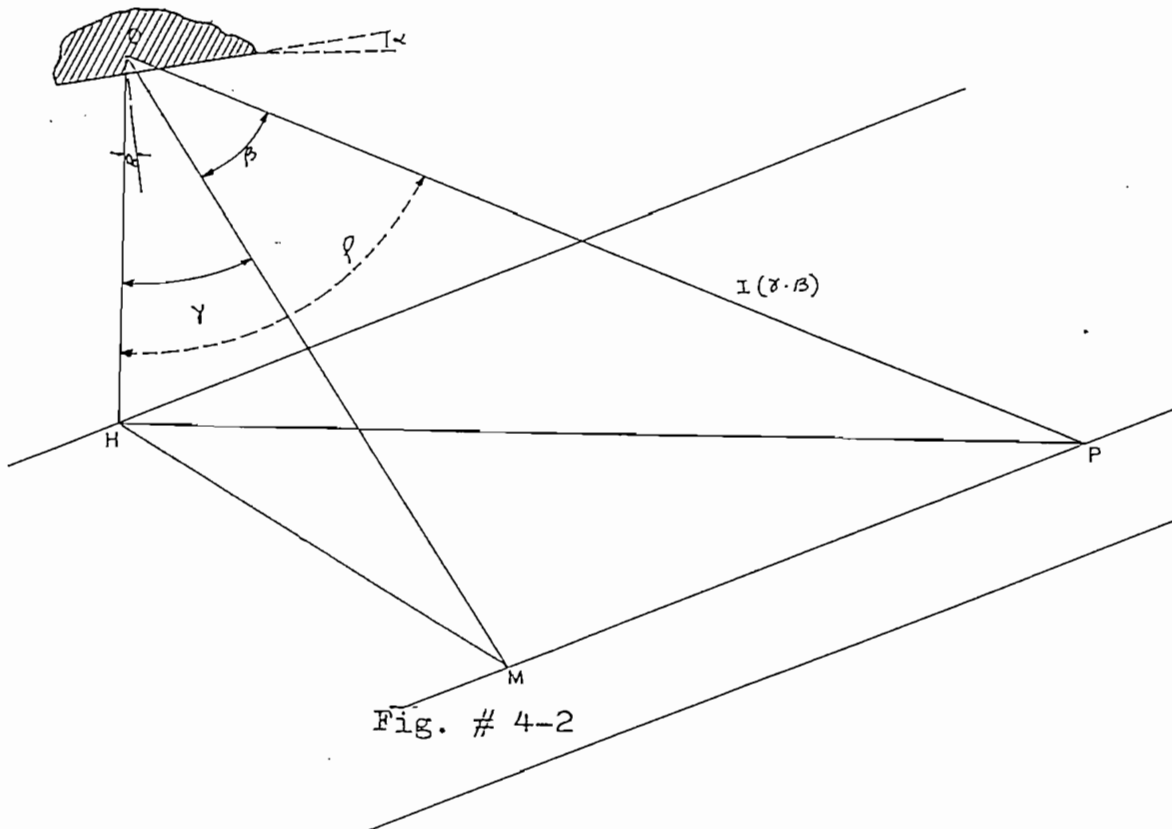


Fig. # 4-2

Donde:

Angulo α = inclinación de la luminaria

Angulo γ = \widehat{HOM} llamado ángulo de sitio

Angulo β = \widehat{MOP} llamado ángulo azimuth

Angulo φ = \widehat{HOP} es el ángulo que indica la -
dirección de la intensidad lumi-
nosa hacia el punto P.

Con la fórmula para obtener la ilumina-
ción en un punto, es posible calcular la ilumina-
ción de varios puntos en una calzada. Cuando los
valores obtenidos son registrados en un plano de -
la calzada y los valores de igual iluminación son
unidos, obtendremos las curvas isolux.

Estos cálculos resultan ser muy exac-
tos, su proceso es muy demorado y laborioso, por -
lo que en la práctica se recurre a las curvas iso-
lux, que son suministradas por los fabricantes.
La forma de proceder, para obtener la iluminación
en el punto P, es localizar el punto central del -
diagrama de las curvas isolux sobre cada una de -
las luminarias que sirven a la zona de la calzada
materia del estudio de iluminación, previamente se
dibuja la calzada a escala en términos de altura -
de montaje, los valores leídos en las curvas iso-
lux en los 9 puntos que se marcan en el plano, ser

virán para obtener la iluminación media valiéndose de la fórmula siguiente:

$$E_m = \frac{1}{4} E_5 + \frac{1}{8} (E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + \frac{1}{16} (E_1 + E_3 + E_7 + E_9) \text{ lux.}$$

Como las luminarias vecinas también contribuyen a iluminar el punto P, lo que se hace es localizar el punto central de la curva isolux en cada luminaria vecina y leemos los valores correspondientes. Estos valores obtenidos son tomados en cuenta en la fórmula arriba indicada.

Como aplicación del método descrito realizamos el estudio de iluminación de la misma Avenida Amazonas entre las Avenidas Naciones Unidas y Diagonal Eloy Alfaro, para el efecto utilizamos los mismos datos de calzada y de las características de las luminarias dadas en el método anterior.

Realizaremos los cálculos para los tres tipos de luminarias: sodio alta presión, mercurio halogenado y mercurio color corregido.

Las curvas isolux y las curvas del factor de utilización son suministradas por el fabricante, para este estudio se logró obtener de la firma Schreder, figuras 4-3 ; 4-4; 4-5; 4-6; 4-7 ;

y 4-8.

Para hallar la iluminación en los 9 - puntos procedemos de la siguiente manera:

- 1.- Dibujamos el plano de la avenida a una escala en términos de altura de montaje (h) de las curvas isolux, ver las figuras 4-9 ; 4-10 y 4-11.
- 2.- Localizar el punto central de las curvas iso--lux en las posiciones proyectadas de las lumina--rias, para nuestro cálculo típico tenemos - las luminarias $L_1 - L_2 - L_3 - L_4$, a continua--ción leemos las contribuciones que cada luminaria dan en los nueve puntos, ver figuras 4-9 ; 4-10 y 4-11.

Estos valores de iluminación obteni--dos en cada uno de los nueve puntos son corregidos por un factor que nos da el valor real de la iluminación en la calzada, este factor esta en relación con la altura de montaje y flujo total de la fuen--te de iluminación utilizada, este factor se lo de--termina mediante la siguiente fórmula:

$$E' \text{ (lux)} = \frac{E}{h^2} \times \frac{\phi}{1.000}$$

Donde:

 E' = iluminación real en la calzada

E = iluminación en dirección hasta la calzada.

h = altura de montaje

\emptyset = flujo luminoso de la fuente utilizada.

Para nuestro estudio, hallamos el factor de corrección para cada uno de las luminarias que estamos empleando, para el efecto a E le damos un valor de 1 lux, obteniendo los siguientes factores:

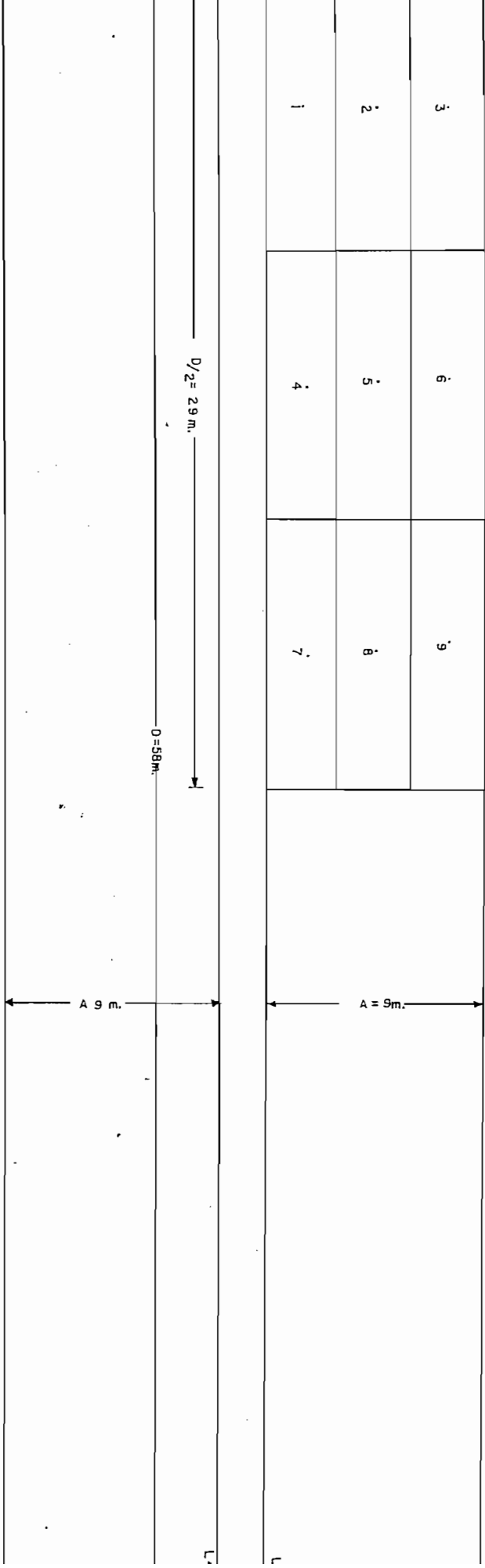
Para lámparas de sodio alta presión = 0,58

Para lámpara de mercurio halogenado = 0,37

Para mercurio color corregido = 0,28

Los valores obtenidos en cada uno de los nueve puntos, para cada una de las luminarias empleadas son las siguientes:

A ILLUMINARSE. CON LUMINARIAS DE SODIO ALTA PRESION.



AVENIDA AMAZONAS ENTRE AVENIDA NACIONES UNIDAS Y ELOY ALFARO

Fig. 4-9

ILUMINACION CON LAMPARAS DE MERCURIO ALOGENADO.

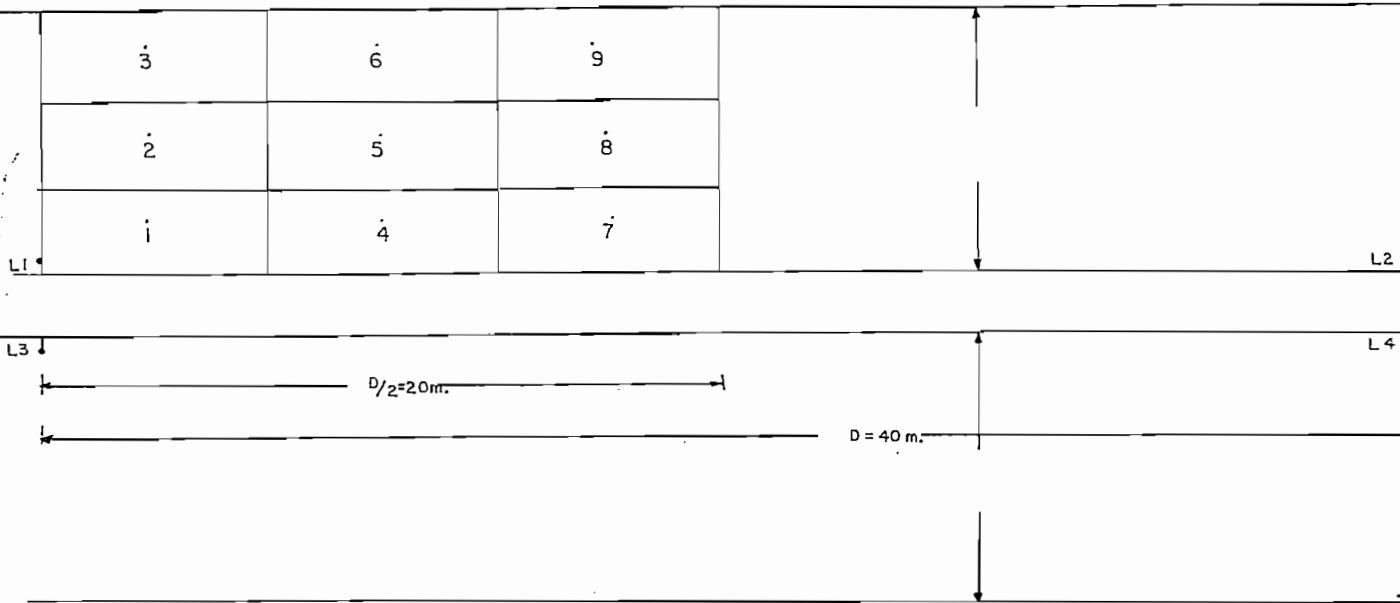


Fig. 4 - 10

ILUMINACION CON LUMINARIAS DE MERCURIO DE COLOR CORREGIDO.

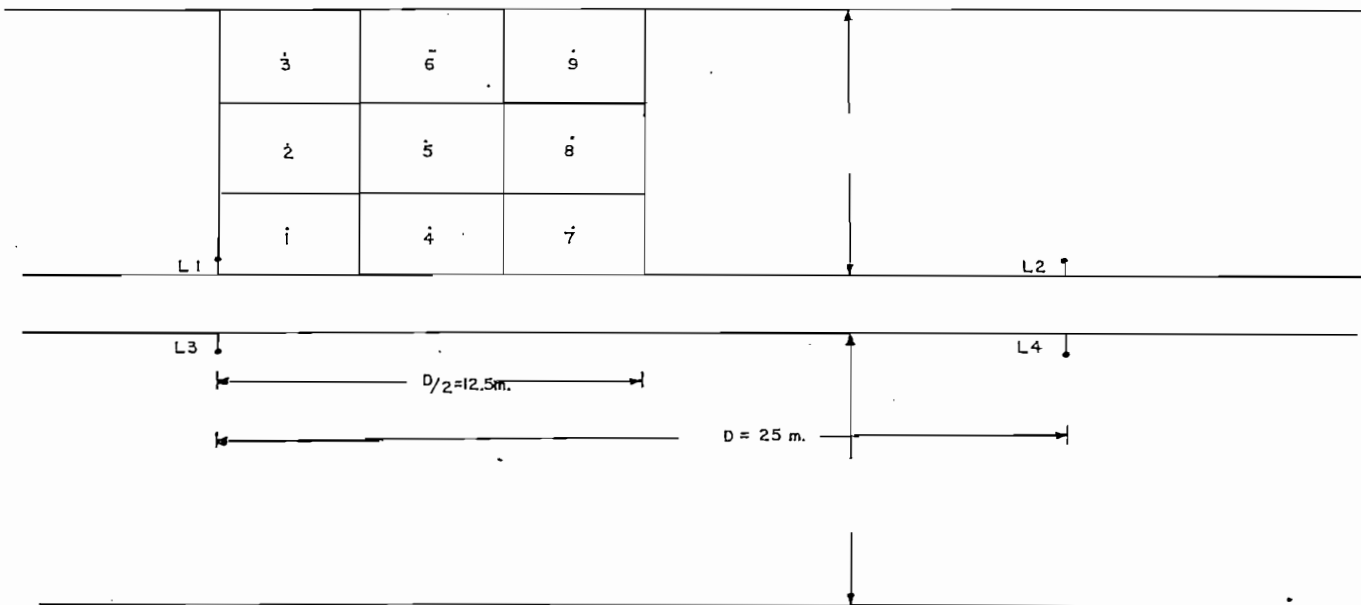


Fig. 4 - 11

PARA LUMINARIAS DE SODIO DE ALTA PRESION:

Puntos	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	E	E'
1	220	0	69	0	289	167,62
2	155	0	43	0	198	114,84
3	49	0	25	0	74	42,92
4	75	2,4	28	2,2	107,6	62,41
5	75	1,8	17	1,8	95,6	55,45
6	36	1,2	12	1,2	50,40	29,23
7	32	12	15	11	70	40,60
8	36	9	8	4,8	57,8	33,52
9	24	5	6	2,6	37,6	21,81

Aplicamos la fórmula de Em:

$$Em = \frac{55,45 + (114,84 + 62,41 + 29,23 + 33,52 + 167,62 + 42,92 + 40,60 + 21,81)}{8}$$

$$\frac{(167,62 + 42,92 + 40,60 + 21,81)}{16} = 60,92 \text{ luxes}$$

La uniformidad será:

Factor de uniformidad:

$$= \frac{E \text{ mínimo}}{E \text{ medio}} = \frac{21,81}{60,92} = 0,36$$

Con los resultados obtenidos se observa que cubren los valores dados de 40 luxes prome-

dio y del 30% de uniformidad.

Estos cálculos están realizados para una distancia entre luminarias de 58 metros.

PARA LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO HALOGENADO:

Puntos	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	E	E'
1	140	4	100	3	247	91,39
2	108	3	50	2	163	60,31
3	45	1	30	1	77	28,49
4	80	12	52	8	152	56,24
5	60	9	31	4	104	38,48
6	30	5	20	2	57	21,09
7	56	40	27	17	140	51,80
8	41	26	14	7	88	32,56
9	20	10	9	3	42	15,54

Aplicamos la fórmula de Em:

$$Em = \frac{38,48}{4} + \frac{(60,31 + 56,24 + 21,09 + 32,56)}{8} + \frac{(91,39 + 28,49 + 51,80 + 15,54)}{16} = 42,60 \text{ luxes}$$

16

La uniformidad será:

$$\text{Factor de uniformidad} = \frac{E \text{ mínimo}}{E \text{ máximo}} = \frac{15,54}{42,60} = 0,36$$

$$\text{Factor de uniformidad} = \frac{E \text{ m\u00ednimo}}{E \text{ m\u00e1ximo}} = \frac{26,74}{40,54} = 0,66$$

Los resultados obtenidos cubren los valores medios dados de 40 luxes y de 30% de uniformidad.

La distancia sobre la cual se realizaron los c\u00e1lculos es de 25 metros.

La forma de encontrar el espaciamiento m\u00e1ximo posible a fin de obtener un factor de uniformidad en nuestro estudio de 30% :

$$\frac{E \text{ m\u00ednimo}}{E \text{ m\u00e1ximo}} \geq 0,30$$

Si E m\u00ednimo es m\u00e1s grande que el 30% de E m\u00e1ximo de la luminaria, entonces la calzada tendr\u00e1 una uniformidad del $\geq 0,30$.

Procedemos de la siguiente manera:

- 1.- Dibujamos el plano de la calzada en la misma unidad de h como indica el diagrama relativo i (solux de Schreder) Ver curvas isolux de Schreder.
- 2.- Marcar la posici\u00f3n de una luminaria en un punto arbitrario de la calzada (L_1) en el plano y localizar el punto central de las curvas isolux sobre ese punto (ver figuras 4-9; 4-10 y 4-11).
- 3.- Dibujar en el plano la l\u00ednea del valor de ilumi

nación que nos permita obtener el valor de E - mínimo con el aporte de la luminaria vecina, de igual valor lumínico.

- 4.- Recorrer el diagrama de curvas isolux a lo largo del plano de la calzada, paralelo con la cinta gotera, hasta que la línea isolux indicada en el numeral 3 corte primero en uno de los lados, justamente corta en el lado opuesto del ancho de la calzada.
- 5.- Marque la nueva posición del punto central del diagrama de curvas isolux en el plano (L_2) (si la segunda luminaria es localizada en ese punto, logicamente que la mínima iluminación en la calzada lo será el 30% de la iluminación máxima).
- 6.- Medir el espaciamiento en términos de h, así por ejemplo si la distancia es $\beta = 3h$ y como $h = 10$ m. el espaciamiento será 30 metros.

4.4 SISTEMAS DE CONTROL:

Para que un sistema de alumbrado público cumpla con su cometido eficientemente, es necesario contar con equipos de control del encendido y apagado sean confiables porque de lo contrario el sistema de alumbrado público funcionará mal.

al sistema de alumbrado.

El control del alumbrado público en su encendido y apagado se han establecido tres tipos:

- 1.- Control individual
- 2.- Control en cascada
- 3.- Control multiple

1) Control individual:

El control individual se lo realiza fundamentalmente instalando el suiche fotoeléctrico. Este aparato de control es instalado en la misma luminaria, elimina la necesidad de instalar circuitos de alumbrado, de tal manera que la instalación y puesta en servicio es inmediato. El costo de este aparato es mucho menor que el costo del hilo piloto. Es igualmente importante conocer que estas fotocélulas son de gran confiabilidad en el control y tienen larga vida. Estos dos factores hacen que el control individual sea instalado en forma preferente ya que ofrece facilidades para ello en vista de que no es necesario instalar la red de alumbrado público, puede instalarse directamente a la red de servicio en baja tensión.

A continuación se indica el diagrama

eléctrico del circuito basico utilizado con el -- control fotoeléctrico de sulfato de cadmio, ver - figura # 4-12/

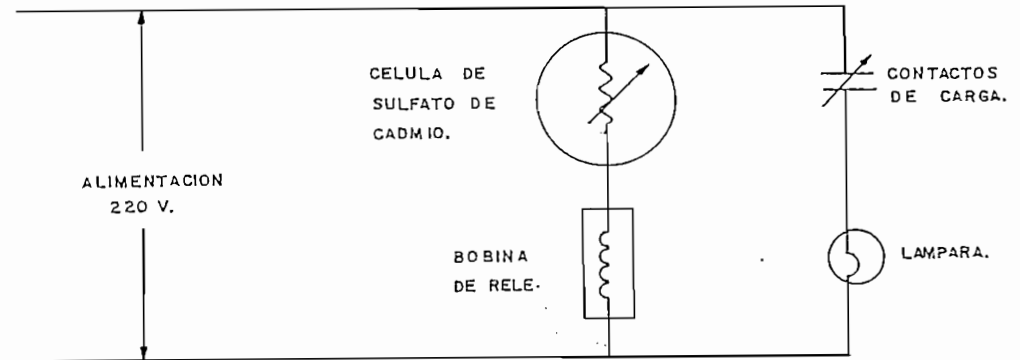


Fig. # 4-12

La operación de este control esta basado principalmente en la resistencia variable de la célula de sulfato de cadmio. Esta célula tiene una muy alta resistencia, cerca de 15 M en la noche y menos que 1.000 ohms cuando esta expuesta a la luz del sol. Esta resistencia variable de la célula esta instalada en serie con la bobina del relé de carga. Así en el día la resistencia de la célula es baja, permitiendo que fluya una corriente suficiente por la bobina del relé capaz de abrir los contactos manteniendo el alumbrado apagado.

curio.

Tipo de operación por la noche = contactos normalmente cerrados.

Niveles de operación, en el día = 100 luxes

en la noche = 45 luxes

Promedio de vida = 2 años.

2) Control en cascada:

Este sistema de control del alumbrado público opera de la siguiente manera:

El comando del control del encendido y apagado del alumbrado lo tiene la fotocélula, - opera al primer relé que toma a su cargo el primer grupo de luminarias, este circuito controlado por el primer relé termina en la bobina del segundo relé, el segundo circuito de control comienza a nivel de contactos del segundo relé terminando en la bobina del siguiente relé, así continúa sucesivamente, para mayor claridad de lo expuesto - a mirar la figura # 4-13.

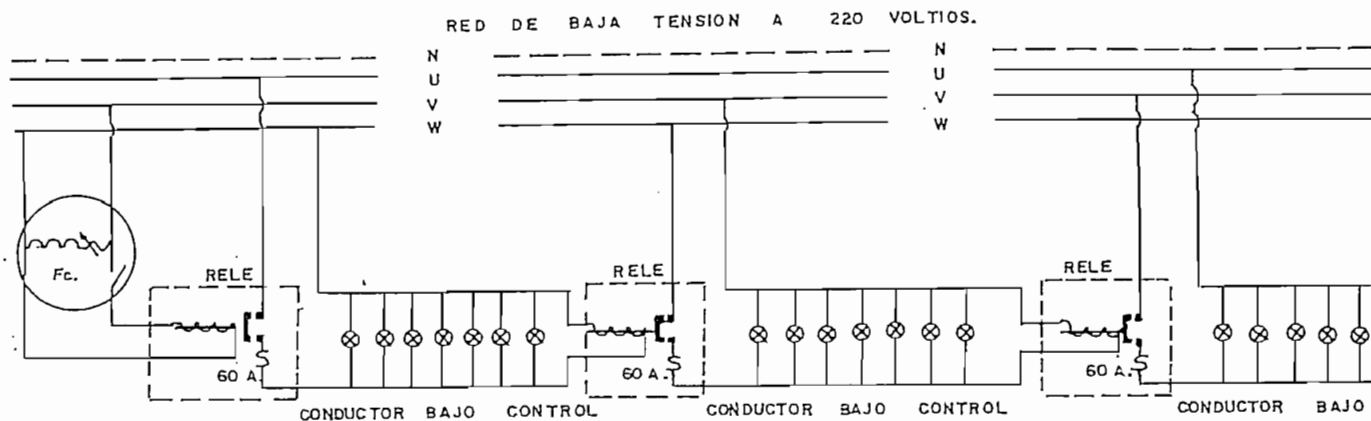


Fig. # 4-13

El inconveniente de este sistema de control en cascada se refiere a que en caso de un daño por ejemplo de la fotocélula todos los relés instalados en la cascada no funcionan, quedando por consiguiente sin servicio de alumbrado público toda la zona que sirven dichos relés, ó en caso de daño de un relé queda sin servicio a partir del relé dañado.

Para que el servicio de alumbrado público sea más confiable, es aconsejable cargar el relé hasta un 80% de su capacidad en previsión de cualquier imprevisto.

Las características principales que

debe reunir un relé, son las siguientes:

Voltaje = 200 voltios

Tensión de funcionamiento de la bobina = 220 voltios.

Bobina denenergizada durante el día.

Frecuencia = 60 Hz.

Pararrayos para protección de sobretensiones

Fusible en su circuito de sobrecarga

Capacidad de carga de los contactos en amperios

Número de polos

Contactos de carga normalmente abiertos durante el día.

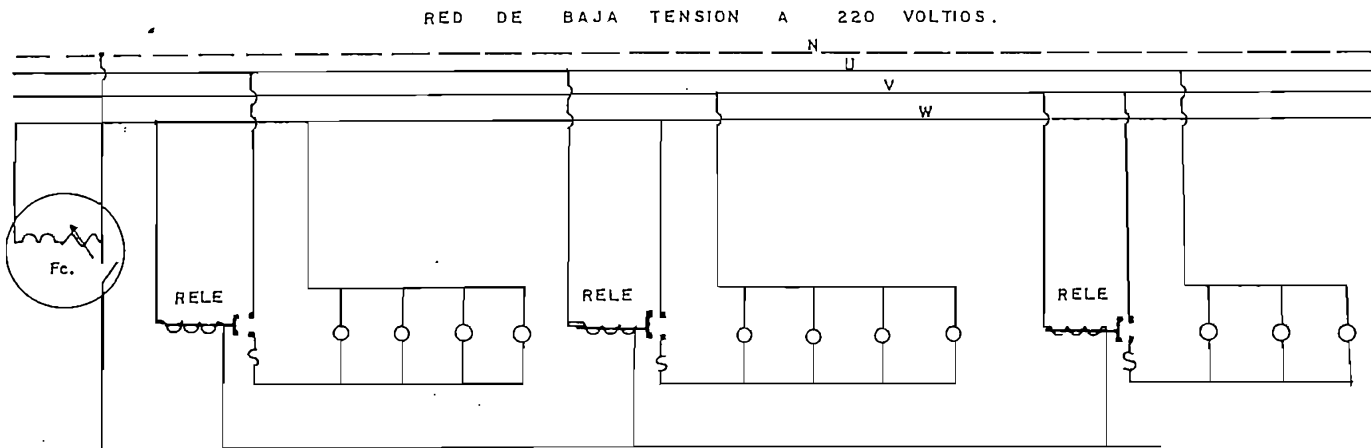
El relé debe ser construido para funcionar a la intemperie.

3.- Control multiple:

Este sistema de control de alumbrado público esta comandado por una sola fotocélula y por un conductor piloto que energiza a todos los relés instalados en una zona. La alimentación a este equipo de control se lo hace desde un solo sitio, generalmente se encuentra instalado en la subestaciones de distribución. Este hilo piloto o quinto alambre como se le denomina, generalmente es el neutro, de tal manera que las bobinas de los

relés se encuentran energizadas a 120 voltios.

Este sistema de control disponen de - circuitos de carga sumamente cortos, generalmente controlan pocas luminarias de 4 a 6; este sistema de control generalmente se emplean en redes subterráneas del tipo mallado, como es el caso de nuestro centro colonial de Quito, (figura # 4-14).



Hilo Piloto

Fig. # 4-14

Existen dos limitaciones para la aplicación de este sistema de control, el cual deben tomarse en cuenta la diseñar un sistema de control de alumbrado público como el que se analiza. El primero se refiere a la limitación de carga de la fotocélula, que no puede excederse.

La segunda se refiere a la caída de voltaje que no puede ser más allá del 3%, esto se menciona en vista de que el quinto alambre recorre grandes distancias, cuando esto sucede se instala un nuevo comando de control.

4.5 Selección de equipos y especificaciones:

Para que el alumbrado público cumpla su misión satisfactoriamente y para que los niveles de iluminación que fueron previstos en su planificación se mantengan y sus gastos de operación sean los normales, es necesario que el equipo de iluminación cumpla también satisfactoriamente; para conseguir este objetivo es indispensable seleccionar adecuadamente los equipos.

Los equipos de iluminación que forman un solo conjunto son los siguientes:

- Lámpara
- luminaria
- equipo de arranque
- equipos de control

En el alumbrado público resulta difícil hacer una valoración en forma independiente de cada una de sus partes, pues el rendimiento es uno solo. Así por ejemplo, si tenemos una lámpara de gran calidad y el alumbrado público deja mucho que desear, pueda ser que se deba a la falta de la luminaria adecuada o al equipo de arranque o al equipo de control. Dentro del punto de vista-lumino-técnico todas sus partes forman un solo

conjunto inseparable, todas sus partes deben ser - de gran rendimiento y de gran calidad, para que el alumbrado público pueda cumplir con su finalidad.

De tal manera que, la selección de - los equipos se lo hace en base a sus especificacio nes técnicas, las mismas que quedan tipificadas de la siguiente manera:

INFORMACION TECNICA Y DATOS GARANTIZADOS, QUE DE--
BEN SER SUMINISTRADOS POR LOS FABRICANTES:

1.- Luminarias

- Marca
- modelo
- tipo
- material de construcción de la luminaria
- tipo y material del reflector
- tipo y material del refractor
- suministro de las curvas isolux
- tamaño, tipo y material de la boquilla del --
porta lámparas.
- potencia y tipo de lámpara que normalmente -
puede aceptar la luminaria
- recubrimientos y terminados interiores y exte
riores tanto de la luminaria como del reflec
tor.
- Dimensiones de la luminaria

- tipo de suspensión de la luminaria
- pérdida inicial de transmisión de luz del -- refractor
- pérdida de transmisión de luz del refractor al cabo de 10 años
- rendimiento final de la luminaria
- desviaciones a las normas internacionales de la CIE.

2.-Lámparas:

- Marca
- potencia en vatios
- tipo de luz (vapor de mercurio, sodio alta -- presión, mercurio halogenado, etc.)
- flujo luminoso inicial (luego de un período - de 100 horas), en lúmenes.
- duración de la lámpara (promedio) a 80% del - flujo luminoso inicial nominal, en horas
- color de la luz emitida, en grados Kelvin
- tipo y tamaño del casquillo de la lámpara

3.-Balastos:

- Marca
- modelo
- tipo
- tensión nominal, en voltios
- potencia nominal en vatios de acuerdo a la - lámpara

- variación permisible de la tensión nominal en %
- tomas de tensión (taps)
- frecuencia en Hz
- corriente de arranque de línea, con y sin capacitor en amperios
- corriente normal de trabajo, con y sin capacitor en amperios .
- pérdidas, en vatios
- construcción para intemperie o para interior.

4.- Capacitores:

- Marca
- tipo
- tensión nominal, en voltios
- frecuencia nominal en Hz
- capacitancia en F
- construcción para intemperie o para interior.

5.- Equipos de control:

Relés:

- Marca
- tipo
- modelo
- tensión de la bobina, en voltios
- corriente de la bobina, en amperios
- frecuencia Hz

- Tensión de los contactos en voltios
- Capacidad de los contactos, en amperios
- Número de circuitos
- capacidad total del relé, en vatios o en amperios
- Protección de sobrecarga en amperios
- Protección a las sobretensiones (pararrayos)
- modo de funcionamiento con la bobina energizada, denenergizada durante el día y energizada durante la noche.

6.- Fotocélula:

- Marca
- tipo
- tensión nominal de suministro, en voltios
- característica de la célula
- Modo de operación: normalmente abierto en el día y normalmente cerrado durante la noche.
- Niveles de luz para funcionamiento en luxes - tanto en el día como la conexión en la noche
- rango de ajuste del nivel de luz
- Carga máxima en vatios o en voltamperios
- retardo del tiempo de funcionamiento en segundos
- Temperatura ambiente de trabajo en C^o

- Promedio de duración de la fotocélula en horas.

Una vez que se obtengan todos los datos por parte de los fabricantes, se realiza la valoración y ajuste a las especificaciones de los - equipos y se procede a la selección de los mismos. De esta manera se obtiene un sistema de alumbrado público confiable en su operación y funcionamiento.

4.6 MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PUBLICO. NORMAS:

El éxito en el funcionamiento y operación del sistema de alumbrado público, no solamente depende en el hecho de haber sabido seleccionar e - instalar un buen equipo, sino también depende fundamentalmente en el mantenimiento del equipo despues de haber sido instalado.

Es necesario realizar un adecuado mantenimiento para conservar los niveles medios originales, que es su principal cometido.

Un adecuado mantenimiento prolonga la vida del equipo, reduce la rotura de los vidrios refractores, evita la corrosión de los reflectores y evita también el recalentamiento del equipo.

Un buen mantenimiento reduce los costos de operación y evita las reclamaciones por parte del público, que siempre debe estar servido. En definitiva la imagen de una ciudad se refleja en el alumbrado público.

Para realizar un buen mantenimiento es necesario contar con un buen equipo y suficiente - personal. También se debe contar con programas de mantenimiento, para esto es necesario disponer de - los planos de alumbrado público de la ciudad actua-

lizados, con las identificaciones correspondientes a los equipos de iluminación y a los equipos de control.

El mantenimiento del alumbrado público se lo realiza bajo los siguientes aspectos:

- a) Es buena práctica mantener el nivel medio de iluminación por encima del 80% de su nivel nominal,
- b) Las luminarias y el equipo de control deben funcionar a tensión y corriente nominales, para el efecto se debe chequear periódicamente la tensión de la red de alumbrado para ajustarla en caso sea necesario, a las características nominales de las luminarias y equipo de control,
- c) El reemplazo de las lámparas, tiene por objeto el asegurar el permanente funcionamiento de la iluminación; las lámparas apagadas o defectuosas deben ser revisadas o cambiadas inmediatamente. Un buen programa de mantenimiento debería considerar el cambio sistemático de las lámparas a más tardar a la expiración de su vida útil,
- d) La limpieza de luminarias, comprende la limpieza de lámparas, refractores, reflectores o su reparación eventual.

→ La frecuencia de períodos de control

y de limpieza depende de las circunstancias locales y de la naturaleza de las instalaciones, pero en ningún caso debe ser inferior al reemplazo sistemático de lámparas.

e) Es necesario realizar mantenimientos diversos, como son:

- Mantenimiento del equipo eléctrico: relojes , controles fotoeléctricos, relés, contactores, transformadores, aparatos auxiliares, fusibles, interruptores, portalámparas, etc., con inspecciones periódicas de funcionamiento y de aislamiento.
- Mantenimiento de la red: líneas, enclajes, soportes, abrazaderas, armaduras, etc.
- Pintura: de soportes, postes, brazos y en general todo el equipo susceptible de oxidación.
- Todos estos trabajos de mantenimiento deben realizarse regularmente a fin de asegurar una buena conservación del material de la obra y un buen funcionamiento perfecto de la instalación.

Es conveniente realizar un análisis de costos de mantenimiento en alumbrado público, para detectar si los programas de mantenimiento se están cumpliendo satisfactoriamente, o en caso contrario

si es necesario cambiar las políticas de mantenimiento.

4.7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES:

Como conclusión al presente trabajo, me permito hacer las siguientes recomendaciones:

1) Empleo de fuentes de iluminación:

- a.- La luminaria con lámpara de vapor de sodio de alta presión, se trata de una nueva fuente de iluminación, que se está imponiendo en el mercado mundial debido a su gran rendimiento 118 lúmenes/vatio y su buena reproducción de colores. Se recomienda emplearlas en las principales avenidas y calles de la ciudad de Quito, que tienen gran flujo de tráfico vehicular, y requieren un elevado nivel promedio de iluminación.
- b.- Luminaria con lámpara de vapor de mercurio halogénado, también es una nueva fuente de iluminación que se está imponiendo poco a poco en las instalaciones de alumbrado público, debido a su rendimiento lumínico de 75 lúmenes/vatio y a su buena reproducción de colores. Se recomienda utilizarse en sectores de marcada tendencia comercial, como -

nuestro centro colonial, barrios como la --
Mariscal Sucre, ciudadela Larrea, etc.

c.- Las luminarias con lámparas de vapor de mercurio de color corregido, se recomienda emplearlas en todos los sectores residenciales y lugares que requieren menor nivel medio de iluminación, inclusive en áreas rurales.

d.- Las luminarias incandescentes y fluorescentes deben seguirse eliminando del alumbrado público en forma paulatina, en virtud de su rendimiento bajo y de un mantenimiento muy costoso.

2.- Determinación de los niveles medio de iluminación:

a.- Para el establecimiento de los niveles medios de iluminación para la ciudad de Quito, se recomienda los niveles medios constantes en la tabla #3-13 del capítulo III del presente trabajo; se trata de niveles iniciales. Para niveles mantenidos se recomienda el factor de mantenimiento que se encuentra entre 0,80 y 0,85, en vista de que nuestro medio ambiente aún no tiene una contaminación molesta. Para que es-

ta recomendación sea aplicable las luminarias se las debe limpiar cada dos años.

- b.- Para la realización de los cálculos de iluminación, se recomienda el método de punto por punto por ser el más preciso, ya sea manualmente mediante el empleo de las curvas isolux suministradas por el fabricante, o - ya sea empleando la fórmula respectiva por medio de la computadora.
- c.- Las alturas de montaje y la implantación de las luminarias, se recomiendan las constantes en la tabla # 1-7 del capítulo I y de la disposición de luminarias indicadas en el numeral 1.4.1, literales a, b, c y d, del capítulo I.
- d.- Se insinúa a las empresas eléctricas obliguen a las firmas particulares a que realicen los estudios de alumbrado público conjuntamente con los de las redes de distribución de alta y baja tensión, para servicio de urbanizaciones. Los niveles medios de iluminación los suministrarán las respectivas empresas eléctricas, para que el sistema de alumbrado público no signifique un mero relleno de dichos estudios.

3.- Programas de mantenimiento.-

- a.- Es indispensable que se disponga de planos de alumbrado público actualizados y perfectamente determinadas las luminarias con sus capacidades y equipos de control, en base de los cuales deben realizarse los programas de mantenimiento, para el efecto se recomienda lo expresado en el numeral 4.6 del Capítulo IV del presente trabajo.
- b.- Deben chequearse periódicamente los niveles medios de iluminación, para ver si se están cumpliendo los niveles previstos originalmente, de acuerdo con estos chequeos se tomaran las políticas para el mantenimiento del alumbrado público.

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE ILUMINACION IES (Illuminating Engineering Society), tercera edición, año 1.962.
- MANUAL DE ILUMINACION DE LA WESTINGHOUSE, año 1.976
- MANUAL DE ILUMINACION DE LA PHILIPS, año 1.974
- LUMINOTECNIA, PRINCIPIOS Y APLICACIONES, por JOSA S. A.
- CALCULOS Y MEDIDAS EN LUMINOTECNIA, por H.E. KEITZ, - año 1.974
- HIGH PRESSURE MERCURY VAPOUR LAMPS AND THEIR APPLICA
TIONS, de Philips Technical Library, editado por W. Elenbaas en 1.965
- MANUAL DE LUMINOTECNIA, por H. ZIIL, año 1.958. Bi-
blioteca Técnica y Científica Philips.
- ALUMBRADO, por J.W. FAVIE, C.P. DAMEN, G. HIETBRINK
y N.J. QUAEDFLIEG, año 1.963, Biblioteca Técnica de
Philips.
- LAMPARAS ELECTRICAS, por José Ramires Vásquez, año -
1.974. Monografías CEAC de Electricidad.
- SISTEMAS DE ILUMINACION PROYECTOS DE ALUMBRADO, por
José Ramírez Vásquez, año 1.974, Monografías CEAC de
Electricidad.
- MANUAL OSRAM, por J.A. Taboada, Editado en Octubre -
de 1.970. —

- TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA, -
por Anthony J. Pansini, año 1.975
- APRENDA ELECTRICIDAD EN 15 DIAS, por Christian Ge---
llert, Octava Edición, año 1.975
- INTERNATIONAL LIGHTING INSTITUTE, de la GENERAL ELEC
TRIC, año 1.959
- INTERNATIONAL RECOMMENDATIONS FOR THE LIGHTING OF PU
BLIC THOROUGHFARES.
- CATALOGO GUIA DE BALASTOS "ADVANCE" PARA LAMPARAS DE
DESCARGA DE GRAN INTENSIDAD (Vapor de Mercurio y Adi
tivos Metálicos), por Industria Mexicana de Reacto--
res S.A.
- ELECTRICAL AND ECONOMICAL ASPECTS OF INSTALLATIONS -
FOR LIGHTING OF ROADS AND STADIUMS, Engineering Re--
gineering Report # 11 de Philips.
- ENGINEERING REPORT LIGHTING - ILLUMINANCE CALCULATION
FOR PUBLIC LIGHTING, Engineering Report #26 de Puli-
ps.
- TECNICA DEL ALUMBRADO PRINCIPIOS FUNDAMENTALES, por
M. Deribere, año 1.967
- RECOMMANDATIONS RELATIVES A LECLAIRAGE EXTERIEUR, -
Editado por la Asociación Francesa de Iluminación, -
Tercera Edición, año 1.970
- NOTAS DEL SIMPOSIUM DE ALUMBRADO PUBLICO, realizado

- en Amsterdam- Holanda con auspicio de Philips en el año de 1.973 en el mes de Octubre, con la participación de los países latinoamericanos.
- REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA, año 1.972, # 1 Editado por Philips.
 - HIGH INTENSITY, DISCHARGE LAMPS, para lámparas de Mercurio, de Multi-vapor y lucalox, editado por la General Electric, cat. # Tp-109
 - REVISTA INTERNACIONAL, volumen 7 número 2(S) de Julio 1.971, editado por la General Electric.
 - CALCULATION OF ILLUMINATION IN STREETLIGHTING, Engineering Report # 67-1, Editado por Philips.
 - ALUMBRADO DE VIAS URBANAS, DESDE LAS ZONAS RESIDENCIALES HASTA EL CENTRO, por R.E. Faucett, editado por la General Electric.
 - NEW LIGHT SOURCES AND THEIR APPLICATIONS, por Ir.J. W. van Schaik, Engineering Report #10, editado por Philips Folleto editado por ECLATEC, titulado NOTICE EXPLICATIVE
 - DES FICHES PHOTOMETRIQUES NOUVELLE FORMULE.
Folletos editados por la Firma Schreder S.A., titulados:
 - EMPLOI DES COURBES K. DE COEFFICIENTS D'UTILISATION.
 - UTILISATION DES RESEAUX UNITAIRES POUR UNE HAUTEUR QUELCONQUE.

- VARIAS NOTAS Y CATALOGOS TECNICOS suministrados por Philips Ecuador C.A.

VARIAS NOTAS Y TRABAJOS DE ALUMBRADO PUBLICO que he realizado como funcionario de la EMPRESA.ELECTRICA "QUITO" S.A.