

323817

UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR

ESCUELA DE INGENIERIA

10
24



Universidad Anáhuac del Sur

“PROYECTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE ALUMBRADO PUBLICO EN LA COLONIA AURORA CIUDAD NEZAHUALCOYOTL”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JOSE GUSTAVO ALFONSO ROMERO CASTAÑON

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION

	Pag.	
CAPITULO I		
1.1. Definiciones	4	
1.2. Cantidad y Calidad de Alumbrado Público	12	
1.3. Diseño de Alumbrado Público	19	
1.4. Cálculo de Alumbrado Público	21	
1.5. Características de Diseño en el Alumbrado Público	30	
CAPITULO II	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES	35
2.1. Fuentes de luz y sus principios	36	
2.2. Lámpara Incandescente	38	
2.3. Lámpara de Vapor de Mercurio	41	
2.4. Lámpara de Vapor de Sodio	46	
2.5. a) Fococelda	49	
b) Reactor		
c) Interruptores		
2.6. Relevador de tiempo diferido	58	
CAPITULO III	ESTADISTICAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN LA COLONIA AURORA	66
3.1. Gráfica Anual de Instalación de Alumbrado Público	68	
3.2. Relación de zonas y material instalado de Alumbrado Público en la col. Aurora	71	
3.3. Material Reemplazado de Alumbrado Público de 1977-1987	72	
3.4. Tipos de Alumbrado Público existentes y zonificación de la col. Aurora	73	

CAPITULO IV	LOCALIZACION Y REPARACION DE FALLAS	75
4.1.	Análisis de fallas	76
4.2.	Problemas, Causas y su Mantenimiento Correctivo	78
4.3.	Protecciones de Balastro	87
4.4.	Localización de Fallas de Circuito Aéreo de Alumbrado Público	88
	a) Circuito apagado	
	b) Circuito parcialmente apagado	
	c) Circuito a media tensión	
	d) Circuito encendido de día	
	e) Circuito abierto en la línea con la bobina primaria de los reactores	
	f) Circuito subterráneo	
4.5.	Localización de fallas en Circuitos Aéreos de Alumbrado Público con lámparas de vapor de mercurio	97
4.6.	Circuitos de Alumbrado Público en Baja Tensión	99
4.7.	Circuitos de Alumbrado Público en Alta Tensión	103
CAPITULO V	ESTUDIO TECNICO ECONOMICO	104
5.1.	Clasificación de Avenidas	105
5.2.	Tipos de Luminarias	106
5.3.	Características principales de las Luminarias Sub-urbanas	108
5.4.	Alternativas de Solución	109
5.5.	Elección de Alternativas	111
	5.5.1. Primera Alternativa	111
	5.5.2. Segunda Alternativa	114
	5.5.3. Tercera y cuarta Alternativas	114
CAPITULO VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

A partir de la revolución industrial, la energía ha jugado un papel fundamental en el bienestar y el progreso de la humanidad, en la medida en que la humanidad ha avanzado, la importancia de la energía se ha acrecentado, al grado que en la actualidad la civilización no puede concebirse, sin disponer de cantidades muy considerables de energía.

En los últimos años, estamos presenciando el fenómeno que podríamos llamar de crecimiento explosivo del consumo de energía, se calcula que cuatro quintas partes del carbón, petróleo y gas, producidos desde la existencia de la humanidad, han sido consumidas en los últimos 50 años.

Las principales fuentes de energía de que se abastece nuestro país, son en orden de importancia, las siguientes: Petróleo, gas natural, de carbón, energía hidráulica y energía geotérmica.

Aún cuando en otros países contaban con energía eléctrica a fines del siglo XIX, el inicio del uso de la electricidad en México fue en el año 1880, cuando una industria particular instalada en León, Guanajuato, empleó una planta generadora de electricidad, y es hasta el año de 1882, en la Ciudad de México, cuando la primera compañía organizada empieza la producción y venta de energía, siendo su demanda principal: El alumbrado y el transporte urbano.

La importancia del alumbrado público radica desde tiempos remotos: En el siglo XVII, bajo el reinado de Luis XIV, en París, Francia; se pusieron linternas en el centro de las calles, suspendidas por una cuerda, y ésta innovación contribuyó a la fama del Rey en Francia y en el extranjero. Las velas que estaban en las linternas daban en realidad muy poca luz, y se necesitó nada menos que el concurso de la Academia de Ciencias para sustituir el sebo por el aceite. En 1765 se instalaron linternas con espejo para aumentar la luminosidad de éstas; al principio del siglo XIX se cambiaron estas lámparas por otras inventadas por Argand, físico suizo, y perfeccionadas por el francés Quinquet, que eran lámparas de aceite con una chimenea de vidrio.

El alumbrado público hace todos los días inmensos progresos, utilizando todo lo que la ciencia moderna pone al alcance del hombre.

En 1937 se integra la Comisión Federal de Electricidad, que es el organismo rector, descentralizado, encargado del suministro y generación de energía eléctrica.

Con esto pasa a manos del Gobierno Federal la responsabilidad de crear y administrar los procesos para la distribución de la electricidad.

El propósito de efectuar este trabajo acerca del alumbrado público, es con el fin, de conocer algunas definiciones, formulaciones, equipo, conexiones, y las fallas que son más comunes en este tipo de instalación.

Al ser un servicio que otorga el gobierno, debe cumplirse con estándares de calidad y eficiencia, su importancia radica no solo en las avenidas, calles secundarias, parques, jardines, estadios, pasos a desnivel, aeropuertos, sistemas de transporte, fachadas de edificios, monumentos, puentes, andenes, etc., sino también colonias proletarias que cada vez se forman a expensas de las grandes ciudades demandando los servicios que se producen y consumen en estas grandes urbes, por lo que se tienen que hacer esfuerzos adicionales para integrar a estas zonas, infraestructuras básicas que requieren.

Esto provoca improvisar inversiones, desvirtuando el gaso corriente a nuevas inversiones, a la infraestructura instalada darle un mantenimiento adecuado para prolongar su vida útil.

Ciudad Nezahualcoyotl integra todos los elementos que conforman esta problemática; es una zona de alta concentración demográfica, 10% de la zona conurbana del Distrito Federal, con asentamientos un tanto irregulares, una infraestructura de servicios públicos deficientes, un ingreso per-capita bajo.

La colonia Aurora es a su vez representativa de Ciudad Nezahualcoyotl, por lo que analizar la colonia Aurora, implica analizar Ciudad Nezahualcoyotl y a su vez podríamos formarnos una idea de los elementos que conforman a estas colonias proletarias, y sus posibles alternativas de solución a los problemas de alumbrado público.

C A P I T U L O I

- 1.1. DEFINICIONES
- 1.2. CANTIDAD Y CALIDAD DE ALUMBRADO PUBLICO
- 1.3. DISEÑO DE ALUMBRADO PUBLICO
- 1.4. CALCULO DE ALUMBRADO PUBLICO
- 1.5. CARACTERISTICAS DE DISEÑO EN EL ALUMBRADO PUBLICO

1.1. DEFINICIONES.-

4

DEFINICION DE LUZ.- La luz forma parte de un grupo de energía, denominado energía radiante.

La sociedad de Ingenieros de Iluminación de América del Norte definen la luz como " Una energía radiante que se valora de acuerdo a su capacidad para producir sensaciones visuales.

El resultado de la luz al reflejarse ya sea transmitida o emitida de una fuente luminosa o una superficie, se le denomina LUMINANCIA.

LUZ Y VISION.- La luz y la visión son interdependientes, un ojo perfecto en absoluta oscuridad, no es más efectivo que un ojo ciego, a fin de recomendar y aplicar la luz adecuadamente, tanto la luz como la visión, deben ser tomadas en cuenta.

La distancia normal de visión en la cual el ojo esta practicamente en descanso es de 7 metros o más. Sin embargo la mayor parte de las tareas desarrolladas por el ojo que lleva acabo es aproximadamente de 30 a 60 cms. de distancia.

En tiempos antiguos un día normal para la vida del hombre era desde que el sol salía hasta que se ocultaba, pero hoy en día después de un día normal de trabajo, ya sea con luz normal o con luz artificial, el hombre continúa usando sus ojos a horas avanzadas de la noche y comunmente bajo la luz artificial, leyendo en casa, viendo películas o televisión, manejando un automóvil o camión a altas velocidades y llevando acabo otras múltiples tareas que involucran la visión. Por lo tanto en la actualidad el ojo humano tiene muchas horas de trabajo más que de descanso.

NIVELES DE ILUMINACION.- Los niveles de iluminación durante el día son muchos cientos e incluso miles de veces mayores con los que se encuentran bajo la iluminación artificial.

El resultado de la luz cayendo sobre una superficie, se le denomina iluminación, pues esta se puede medir en Bujia-Pie en sistema inglés y lux en sistema métrico, la relación de una Bujia-Pie es igual a 10.7 luxes.

Para tener un concepto general de los niveles de iluminación-- diremos que:

EXTERIORES

A medio día en el verano con el cielo despejado	100,000 luxes
A medio día en el verano con el cielo nublado	20,000 luxes
A medio día en el verano bajo la sombra de un árbol	10,000 luxes
Noche de luna llena	0,25 luxes
Noche de luna (luz de estrellas)	0.01 luxes

INTERIORES

Lugar de trabajo bien iluminado	1,000 luxes
Alumbrado Público	40 luxes

En la técnica de iluminación intervienen dos elementos básicos la fuente productora de luz y el objeto a iluminar.

Las magnitudes y unidades de medida fundamentales empleadas para valorar y comparar las cualidades y los efectos de las fuentes de luz son, las siguientes:

Flujo luminoso
Rendimiento Luminoso
Intensidad Luminosa
Iluminancia
Luminancia

FLUJO LUMINOSO.- La energía transformada por los manantiales luminosos no se pueden aprovechar totalmente para la producción de la luz. A parte de esta energía radiante que es percibida por el ojo en forma de luz se le llama flujo luminoso. El resto de la energía puede ser flujo no luminoso u otro tipo de energía.

Entonces podemos definir al "flujo luminoso o potencial luminosa de una fuente de luz a la energía radiante que afecta a la sensibilidad del ojo durante un segundo.

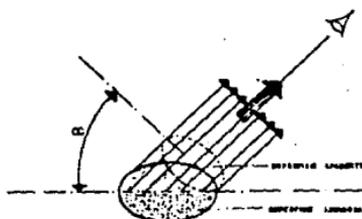
El flujo luminoso es representado por la letra ϕ (fi) siendo su unidad el lumen (lm), que como unidad de potencia corresponde a $\frac{1}{680}$ watts.

RENDIMIENTO LUMINOSO.— El rendimiento luminoso o coeficiente de fuente de luz, por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

El rendimiento luminoso se representa por la letra griega η (eta) siendo su unidad el lumen por watts (lm/w) y su fórmula es la siguiente $\eta = \phi/w$, siendo w a la potencia eléctrica consumida (watts).

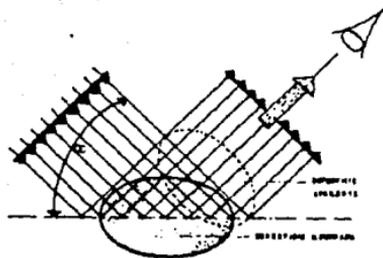
INTENSIDAD LUMINOSA.— Esta magnitud se entiende únicamente, referida a una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido. Al igual que una magnitud de superficie corresponden a un ángulo plano — que se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponderá un ángulo sólido o estéreo que se medirá en estereoradianes.

El radian se define como el ángulo que corresponde a un arco de circunferencia de longitud igual al radio.



Luminancia directa de una superficie luminosa

Fig 6



Luminancia indirecta de una superficie iluminada

Luminancia

El estereoradián se define así mismo como el ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico, cuya superficie es igual al cuadrado del radio.

Basados en lo anteriormente mencionado podemos decir que la intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso conteniendo un ángulo sólido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dichos ángulos sólidos expresados en estereoradianes.

La intensidad luminosa se representa por la letra "I" siendo su unidad "La candela" (cd) y su fórmula es la siguiente:

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

Siendo ω = ángulo sólido (estereoradianes)

La candela unidad de intensidad luminosa, se define como 1/60 de la intensidad luminosa por cm^2 del manantial luminosa patrón (cuerpo negro) a la temperatura de fusión del platino (2046 K) el cuerpo negro es aquel capaz de emitir y absorber todas las radiaciones del espectro visible.

ILUMINANCIA. - La iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión

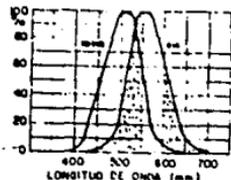
La iluminancia se representa por la letra "E" siendo su unidad el lux y su fórmula la siguiente:

$$E = \frac{\phi}{S}$$

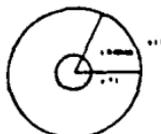
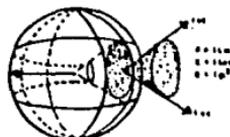
Siendo S = superficie que recibe el flujo luminoso.

Fig 2

Gráficas Radiaciones:



CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO A LAS RADIACIONES MONOCROMÁTICAS

TOTAL = 180 GRADOS
ÁNGULO PLANOTOTAL = 4π ESTERERADIANES
ÁNGULO SÓLIDO RELACION ENTRE EL OJO INTENSIDAD LUMINOSA E ILUMINANCIA

Se deduce de la fórmula, que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidentes sobre una superficie, mayor será su iluminancia y que para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será mayor a medida que disminuye la superficie.

El lux, unidad de la iluminancia se define como la iluminancia de la superficie de $1m^2$, que se recibe el flujo luminoso de un lumen.

La medida de la iluminancia se realiza por medio de un aparato especial llamado luxómetro, que consiste en una celda fotoeléctrica que al incidir la luz sobre la superficie genera una pequeña corriente eléctrica, que aumenta la función de la luz incidente. Dicha corriente se mide con un amperímetro calibrado directamente en luxes.

LUMINANCIA.- la luminancia de una superficie en una dirección determinada, es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente (superficie vista por un observador situado en la misma dirección).

La luminancia se representa por la letra L , siendo su unidad la candela por m^2 , (cd/m²) llamada nit (NT), con un submúltiplo la candela por cm^2 , (cd/cm²) empleadas para fuentes con elevadas luminancias.

$$L = \frac{I}{S \times \cos \alpha} \quad S \times \cos \alpha = \text{superficie aparente}$$

La luminancia será máxima cuando el ojo se encuentre en la perpendicular a la superficie luminosa, ya que entonces el ángulo α es igual a 0, y coseno de 0 es igual a 1, correspondiendo la superficie aparente a la real.

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos iluminados.

La luminancia es la que produce en el ángulo visual la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada en los cuerpos. La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancia, por lo tanto podemos decir que el ojo ve diferencias de iluminancia y no de iluminación.

La medida de la luminancia se realiza por medio de un aparato - especial llamado "luminanciómetro", de construcción similar al luxómetro.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISION.- En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores:

Iluminación
 Contraste
 Sombras
 Deslumbramiento
 Ambiente Cromático

Todos guardan una relación entre sí, y cualquiera de ellos pueden influir en forma decisiva para tener una buena visión.

ILUMINACION.- La iluminación es el factor importante en la capacidad visual de las personas. Una mala iluminación puede afectar el estado de ánimo de las personas, su rendimiento o aptitud para desarrollar un trabajo, etc., tomando en cuenta este aspecto, podemos decir que cada actividad requiere una determinada iluminación nominal que debe de existir como valor medio en la zona en que se desarrolla.

El valor medio de la iluminación para determinada actividad es ta en función de una serie de factores entre los más importantes podemos citar:

- 1.- Tamaño de los detalles
- 2.- Distancia entre el ojo y el objeto observado
- 3.- Factor de reflexión del objeto observado
- 4.- Contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre que se destaca
- 5.- Tiempo empleado en la observación
- 6.- Rápidez de movimiento del objeto.

todos estos factores determinan que, cuando mayor sea la dificultad para la percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de iluminación. Esta dificultad se acentúa mucho más en las personas de edad avanzada, de ahí que necesiten más luz que los jóvenes que realizan el trabajo con igual facilidad.

Considerando todos estos factores, se han fijado valores mínimos de niveles de iluminación para cada contenido visual, las cua-

les estan completamente en las normas correspondientes para cada caso.

CONTRASTE. - El contraste se define como la diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio de inmediato.

Las mejores condiciones visuales se consiguen, cuando el contraste de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato.

Las mejores condiciones visuales se consiguen cuando el contraste de luminancia entre el objeto visual y las superficies circundantes, se mantienen dentro de los límites determinados por la relación de luminancias en el campo visual, la cual debe ser menor 1:3 ni mayor 3:1 .

SOMBRAS. - Un aspecto que se requiere para ver los objetos en relieve, es decir unos más cerca de otros, es que representen unas zonas menos iluminadas que otras. Estas zonas son menos iluminadas se llaman sombras, las cuales destacan las formas plásticas de los objetos.

Las sombras en sí son el resultado de una diferencia de luminancia respecto a la zona más iluminada. Se distinguen dos tipos de sombras: Fuertes y Suaves, las sombras fuertes son las que resultan de iluminar un objeto con la luz dirigida intensa desde un punto determinado más o menos alejada, y que se caracteriza por su profunda obscuridad y dureza. En contraposición a las sombras fuertes, las sombras suaves son las que resultan de iluminar un menor efecto de relieve.

DESLUMBRAMIENTO. - El deslumbramiento es un fenómeno psicológico que reduce la capacidad visual, debido a un exceso de luminancia a la que el ojo no puede adaptarse. Ello provoca, una energética reacción fotoquímica en la retina, insensibilizándola durante cierto tiempo, transcurrido el cual vuelve a recuperarse.

El deslumbramiento puede producirse directamente, cuando la fuente de luz se encuentra en el campo visual e independientemente cuando la misma se encuentra fuera del campo visual, pero su luz la recibe el ojo reflejada por superficies que poseen un alto grado de reflexión.

Los factores determinantes del deslumbramiento son:

- 1.- La luminancia de la luz o de la superficies iluminadas, a mayor luminancia corresponde mayor deslumbramiento.
- 2.- Las dimensiones de la fuente de luz en función del ángulo subtendido por el ojo a partir de los 45° , con respecto a la vertical. Una área grande de baja luminancia con un plafón luminoso o un conjunto de luminarias, cada una de ellas con baja luminancia, puede producir el mismo deslumbramiento que una fuente pequeña de mayor luminancia.
- 3.- La situación de la fuente de luz, cuanto más lejos se encuentre la fuente en línea de visión, menor deslumbramiento produce. Por otra parte, también disminuye el deslumbramiento a medida que la fuente queda más por encima del ángulo visual normal.
- 4.- El contraste entre la luminancia de bajo valor y la de sus alrededores. A mayor contraste de luminancia, mayor deslumbramiento.
- 5.- El tiempo de exposición una luminancia de bajo valor puede producir deslumbramiento, si el tiempo de exposición es largo.

Las máximas relaciones de luminancia admisibles en el campo visual del observador, para evitar deslumbramiento son las siguientes:

Entre la tarea visual y la superficie de trabajo.....	3 : 1
Entre la tarea visual y el espacio circundante.....	10 : 1
Entre la fuente de luz y el fondo	20 : 1
Máxima relación de luminancia en campo visual.....	4 : 1

AMBIENTE CROMÁTICO. - Los colores facilitan extraordinariamente el reconocimiento de cuanto nos rodea. Los efectos psicológicos que producen, constituyen el ambiente cromático, de gran influencia en el estado de ánimo de las personas.

El buen ambiente cromático es aquel en el cual los colores estén perfectamente armonizados y adaptados a la función visual o trabajo a desarrollar.

1.2 CALIDAD Y CANTIDAD DE ALUMBRADO PUBLICO.-

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público, desde el punto de vista de la seguridad de tráfico y percepción visual son:

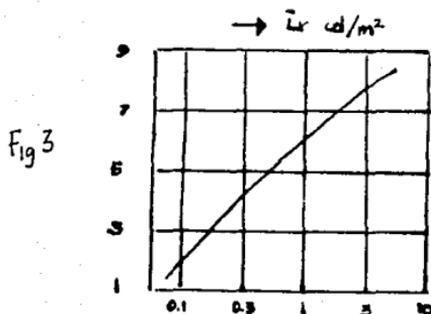
- Nivel de luminancia
- Uniformidad de los valores de luminancia
- Grado de limitación del deslumbramiento .
- Apariencia del color y rendimiento en color
- Eficiencia de la geometría de la instalación para la orientación visual.

NIVEL DE ILUMINACION.- El nivel de luminancia en la superficie de una calzada que influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor y por consiguiente sobre su seguridad de percepción.

En un gran número de pruebas se solicitó a observadores que opinaran, si consideraban adecuados los niveles de luminancia encontrados en distintas instalaciones a lo largo de un recorrido. Se muestra a continuación la escala de calificaciones que se empleó.

INDICE	EVALUACION
1	malo
3	Inadecuado
5	regular
7	bueno
9	excelente

En la figura 3 muestra los resultados de las pruebas, estos se promediaron y trazaron en función de la luminancia media de la vía.



Evaluación de calidad de la luminancia de un pavimento, en función de la luminancia media en ese pavimento.

Aplicable para importantes vías de tráfico.

Luminancia media L_r .

LIMITACION DEL DESLUMBRAMIENTO.— En el alumbrado exterior se utilizan dos criterios relacionados con la noción del deslumbramiento. El deslumbramiento "Fisiológico" o "Perturbador" se califica en términos de perceptibilidad el deslumbramiento "Psicológico" o "Molesto" se califican en términos de comodidad. Las investigaciones han demostrado que muchas veces casi ningún deterioro a nivel de perceptibilidad, si el grado de deslumbramiento es aceptable desde el punto de vista visual.

DESLUMBRAMIENTO VISUAL.— Se han hecho extensas investigaciones para determinar índices del deslumbramiento, aplicables al alumbrado de las vías públicas. Se utilizaron modelos a escala y también instalaciones actualmente en uso, se solicitó a un gran número de observadores a evaluar el grado de deslumbramiento molesto de varias instalaciones, según una escala de 1 a 9. El promedio de estas evaluaciones para una instalación dada, indica que el deslumbramiento molesto expresado en valores dados.

Los resultados de estas investigaciones indican que el deslumbramiento molesto de una vía con alumbrado artificial, depende principalmente de:

La intensidad lumínica

La luz emitida en el área aparente de las luminarias

La luminancia media de la superficie de la calzada

La altura entre el plano visual y el de las luminarias

El número de luminarias por kilómetro

El factor de corrección del color.

ESCALA DE 9 GRADOS PARA EVALUAR EL DESLUMBRAMIENTO EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

INDICE	DESLUMBRAMIENTO	EVALUACION
1 2	insoportable.	malo
3 4	inquietante	inadecuado.
5 6	justamente admisible	regular
7 8	satisfactorio	bueno
9	imperceptible	excelente

DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR.— El criterio para el deslumbramiento perturbador (o sea, la pérdida de perceptibilidad o facultad de percepción) es el llamado "incremento del umbral" que se puede calcular mediante la sensibilidad del contraste del ojo, que depende de la luminancia media de la vía y la luminancia veladora.

APARIENCIA DE COLOR Y RENDIMIENTO EN COLOR.— Las diferentes fuentes luminosas que en la actualidad se utilizan para el alumbrado de vías públicas difieren entre sí considerablemente con respecto a la composición espectral de la luz que emiten. Como resultado, estas fuentes difieren en su apariencia de color y rendimiento en color, es interesante analizar hasta donde influye la composición espectral de la luz sobre la percepción y la comodidad visual del conductor de un vehículo.

Se han obtenido ciertos resultados acerca de la influencia del color de la luz sobre el rendimiento visual, mediante investigaciones y mediciones, tanto en vías públicas iluminadas artificialmente, como mediante ensayos de laboratorios, la influencia del color de la luz sobre la visibilidad, como se muestra en la siguiente figura.

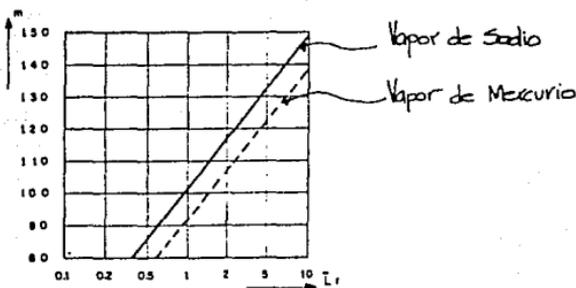


Fig. . 4

DISTANCIA DE VISIBILIDAD.— C^* que es la distancia a la cual se observó correctamente, la abertura en el 80% de los anillos de Landolt, iluminados con lámparas de sodio de baja presión S y las lámparas de mercurio en alta presión M, en función de la luminancia L_r de la avenida.

Como se demuestra en la figura anterior, en que la distancia de visibilidad es mayor con lámpara de sodio de baja presión que con las de mercurio de alta presión.

La influencia del color de la luz sobre la evaluación subjetiva de luminancia que aparece en la figura siguiente:

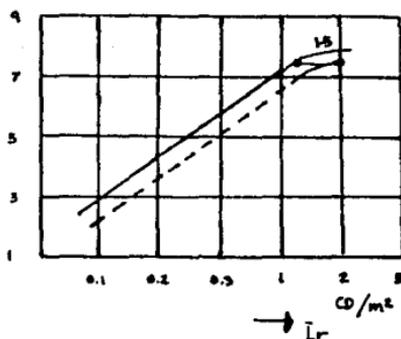


Fig. 5

Evaluación subjetiva de la luminancia de una vía con lámparas de sodio de baja presión S, y lámpara de mercurio de alta presión M, en función de la luminancia media L_r en la calzada.

Se puede ver que la luminancia de la vía debe de ser un 34% mayor con lámparas de mercurio de alta presión, que con las de sodio de baja presión, si se desea obtener idéntica evaluación subjetiva.

La influencia del color de la luz en el deslumbramiento moles—

to, se desprende de la siguiente figura, resulta de ella, que con lámparas de sodio de baja presión, se permiten intensidades lumínicas más altas que con lámparas de mercurio, produciéndose el mismo grado de deslumbramiento para un observador.

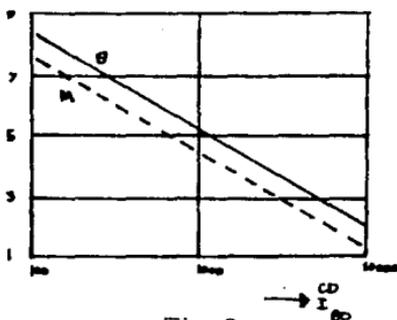


Fig. 6

Evaluación subjetiva del deslumbramiento molesto con lámparas de sodio de baja presión S y lámparas de mercurio de alta presión M

De estas consideraciones y de investigaciones acerca de la influencia del color de la luz sobre la rapidez de percepción y tiempo de recuperación, si se han producido un instante de deslumbramiento, se puede concluir, que la luz de sodio de baja presión, comparada con otros tipos, produce:

- Mayor agudeza visual: para dar el mismo grado de agudeza visual con otros tipos de luz, la luminancia de la superficie de una calle, debe ser 1.5 veces mayor.
- Una impresión de mayor luminosidad para determinada luminancia del pavimento.
- Mayor rapidez de percepción.
- Menor deslumbramiento molesto.
- Un tiempo menor de recuperación, si se ha producido un instante de deslumbramiento.

La comodidad visual de una calle iluminada depende también del rendimiento en color de las lámparas instaladas. Las lámparas de sodio de baja presión, producen una luz monocromática y, por consiguiente no pueden ser usadas donde se desea distinguir colores. - Las lámparas de sodio de alta presión, de mercurio de alta presión (con aditivos halógenos, sin ellos) y las lámparas fluorescentes, - tiene un rendimiento en color bastante bueno, por lo consiguiente, - las lámparas de sodio de baja presión tiene preferente aplicación en el alumbrado de carreteras, (autopistas, vías rápidas, etc) mientras para otras calles o avenidas en ciudades, con tráfico o peatonales, es normal el uso de lámparas de tipo de alta presión.

ORIENTACION VISUAL.- Se han de tomar unas medidas en la geometría de la instalación, para que permita una orientación visual. Todo este conjunto de medidas han de transmitir al usuario, una imagen rápida para que inmediatamente identifique el curso de la calle, y particularmente de la dirección que debe seguir a una distancia que dependerá del límite de velocidad permitida.

Durante la noche, la orientación visual en una calle no iluminada, se restringe al área que cubre los faros del vehículo. Una disposición de luminarias que siga con exactitud la dirección de la calle de la calzada, mejora la orientación visual y contribuye así a la seguridad y conveniencia de los usuarios. Esto es especialmente importante en el caso de avenidas que tienen muchas curvas e intersecciones.

Por consiguiente, al proyectar una instalación de alumbrado público, hay que pensar en una adecuada orientación del usuario y en especial, en las zonas conflictivas, donde la orientación puede ser errónea. Los siguientes puntos son de una importancia especial;

- a) En autopistas con varias vías y camellón central, se logra una buena orientación visual, aparente de otras ventajas, - y colocando los postes en el camellón central.
- b) Una indicación clara del curso de la vía en una curva, se logra colocando los postes en su lado exterior. La figura A muestra una curva que no se ha hecho esto y la figura B, - la misma curva de los postes colocados en el lado exterior. La vía tiene una luminancia más uniforme, y su dirección esta claramente indicada por la fila de las luminancias.

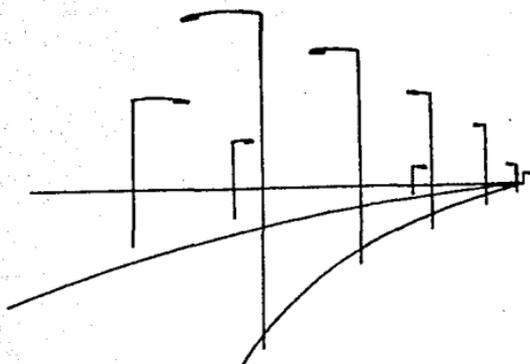


fig. a

- c) La orientación visual puede también servir para dirigir el tráfico a lo largo de ciertas vías, la utilización de lámparas con colores aparentes diferentes, ha demostrado ser un medio muy eficiente para indicar la ruta aconsejable.
- d) Durante la noche, se obtiene una muy buena orientación visual, si las vías principales y las vías de salida, se iluminan con fuentes luminosas de tipo diferente (por ejemplo sodio para las vías principales y mercurio para las salidas).

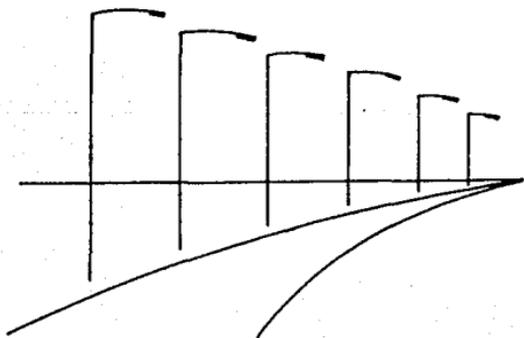


fig. b

1.3. DISEÑO DEL ALUMBRADO PUBLICO.-

La información necesaria para poder establecer la geometría básica de los puntos de la luz para un tramo de vía recta, debe incluir lo siguiente:

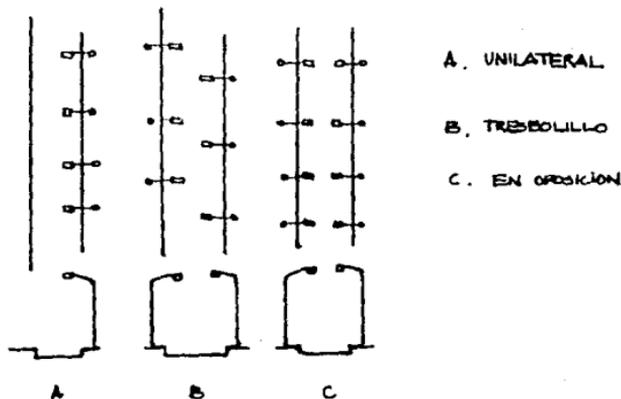
- Detalles del perfil de la vía.
- La iluminación media o la luminancia requerida en la calzada.
- El grado de uniformidad requerido.
- Las características de reflexión del pavimento.
- Grado de orientación visual que ha de involucrarse.

Después de haber tomado una decisión con respecto a la geometría básica de los puntos de luz, el proyectista puede proceder a la consideración de los demás factores que influyen sobre la calidad de una instalación. La potencial y separación de las lámparas dependerá de la altura del montaje, la cual a su vez, es función del ancho de la vía. El tipo de luminaria y su inclinación, dependerá de las características de la vía y sus alrededores.

DISPOSICION DE LUMINARIAS.- Hay formas de disposición de luminarias que han sido reconocidas como aptas para vías de esta clase.

UNILATERAL.- Esta disposición consiste en la colocación de todas las luminarias a un mismo lado de la calzada, se utiliza solamente en el caso de que el ancho de la vía sea igual o inferior a la altura del montaje de las luminarias. La luminancia de la vía en el lado opuesto a la fila de las luminarias, será inevitablemente menor, comparada con la del lado donde han sido colocadas aquellas.

Fig. 7



TREBOLILLO. - Esta disposición consiste en la colocación de las luminarias en ambos lados de la vía, tresbolillo o en zig-zag, - y se emplea principalmente si el ancho de la vía es de 1.0 a 1.5 veces la altura del montaje.

Hay que prestar cuidadosa atención a la uniformidad de las luminancias en la vía. Manchas brillantes y oscuras pueden producir un efecto molesto de zig-zag.

EN OPOSICION (PAREADAS). - Esta disposición con luminarias colocadas una puesta a la otra, se utiliza ante todo cuando el ancho de la vía es mayor de 1.5 veces la altura del montaje.

1.4 CALCULOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO.-

La calidad de una instalación de alumbrado público puede juzgarse real y únicamente en base a los valores restantes de luminancia en la superficie de la calzada. Para vías secundarias, sin embargo en muchos casos es suficiente conocer el valor de la luminancia.

Este capítulo contiene métodos para un cálculo rápido y preciso de valores de iluminancia y luminancia. Se ha adoptado un enfoque práctico para estos cálculos y se ha utilizado la información fotométrica preparada para los distintos tipos de luminarias de alumbrado público.

CALCULO DE ILUMINANCIA.-

ILUMINANCIA EN UN PUNTO.- Método de cálculo "punto por punto". El valor de la iluminancia en un punto de la superficie de una calzada es la suma de todas las iluminancias parciales producidas por las luminarias en este punto P, (omitiendo las contribuciones procedentes de otras fuentes luminosas). La iluminancia total resultante en el punto P, está dado por:

$$E_p = \sum_l \frac{h}{l^2} \frac{I_{rc}}{h^2} \cos \uparrow$$

Donde I_{rc} es la intensidad luminosa de una luminaria en dirección al punto P, según el ángulo y plano y c , y n es el número de luminarias.

Con esta fórmula se puede calcular la iluminancia en distintos puntos de la calzada. Si estos se trazan en un plano representativo de la vía, y se conectan los de igual luminancia, resulta el llamado diagrama isolux, con este diagrama se puede leer la iluminancia en cualquier punto de la calzada.

Fig. 8

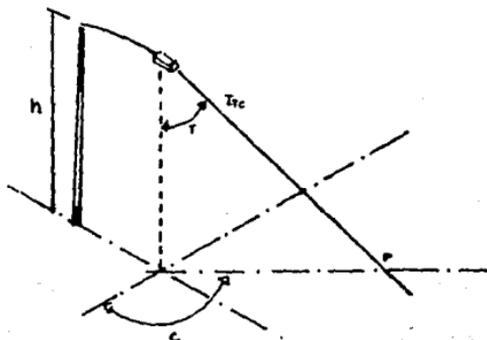


Diagrama Isolux trazado por computadora. La construcción de un diagrama isolux mediante el método punto por punto, es un trabajo que exige mucho tiempo, motivo por el cual se recurre al uso de un computador.

Estos diagramas siempre van incluidos en la información fotométrica para luminarias de alumbrado público, presentan curvas isolux relativas para cada tipo de luminarias.

En la figura No. 9 representa un diagrama isolux típico producido por computadora. Como se le ve la cuadrícula esta en múltiplos de la altura del montaje h de la luminaria. La iluminancia relativa en cualquier punto, cuya posición es conocida en múltiplos se puede leer directamente en el diagrama. El valor absoluto E_p de la iluminancia en un punto determinado, se calcula mediante la ecuación :

$$E_p = E_r \frac{a \phi L_n}{h^2}$$

Donde:

- E_r = La iluminancia relativa en este punto
- a = Un factor que corresponde al tipo de luminaria seleccionada, dado al pie del diagrama isolux.
- ϕ = El flujo luminoso de la lámpara que lleva la luminaria
- L_n = Número de lámparas dentro de la luminaria
- h = Altura de montaje de la luminaria.

Repetiendo este procedimiento para todas las luminarias que tienen influencia, es posible llegar a la iluminancia total de un determinado punto, cualquiera que sea la disposición de las luminarias.

ILUMINANCIA MEDIA.- Calculada como valor numérico, después de haber calculado los valores de la iluminancia para una zona tipo de la calzada, la iluminancia media puede calcularse utilizando la fórmula:

$$E_{med} = \frac{\sum E_p}{n}$$

Donde:

E_p es la iluminancia en cada punto P de una zona de estudio tipo y n es el número total de puntos considerados. Parece claro cuanto mayor sea el número de puntos calculados, será mayor la exactitud del valor medio hallado.

Cálculo empleando las curvas del factor de utilización. El método más fácil, y rápido para calcular la iluminancia media de una vía recta de longitud infinita, es el de las curvas de factor de utilización, aplicando la siguiente fórmula:

$$E_{med} = \frac{n \phi L_n}{WS}$$

- ϕ = Flujo luminoso de una lámpara
- L_n = Número de lámpara por luminaria
- W = Ancho de la calzada
- S = Separación de las luminarias
- n = Factor de utilización

F9

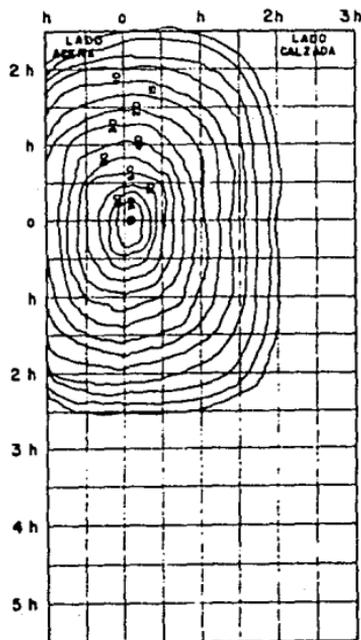


Diagrama Isolux

En el alumbrado público el factor de utilización se define como una parte del flujo luminoso precedente de una luminaria que efectivamente alcanza la calzada o sea:

$$\eta = \frac{\phi_{\text{util}}}{\phi_1}$$

En la información fotométrica, las curvas del factor de utilización de una luminaria aparecen de dos formas:

1.- En función de distancias transversales de la vía, expresadas como múltiplos de h y medidas desde la proyección de la luminaria hacia las aceras de la calzada.

2.- En función de los ángulos γ_1 y γ_2 que subtenden las luminarias con las aceras de la calzada.

En cada caso, los valores η lado acera y η lado calzada, deben sumarse para llegar al factor de utilización que corresponda a el ancho total de la vía.

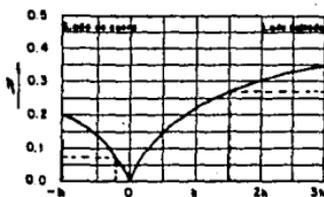


fig. a

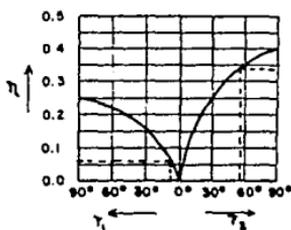


fig. b

Fig. a.- con η en función de h en el caso ilustrado

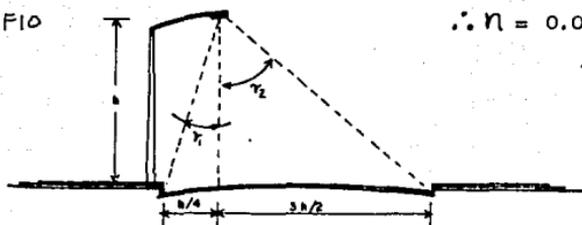
$$\eta = 0.075 \quad 0.32 \quad = \quad 0.395$$

Fig. b.- con η en función γ_1 y γ_2 ; en el caso ilustrado

$$\gamma_1 = \text{arc tg} \frac{h}{4h} = 14^\circ \text{ y}$$

$$\gamma_2 = \text{arc tg} \frac{3h}{2h} = 56.5^\circ$$

F10



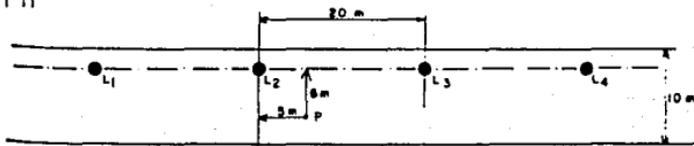
$$\therefore \eta = 0.075 + 0.32 = 0.395$$

Los siguientes ejemplos para cálculo de alumbrado público, se usará el mismo tipo de luminancia. Los diagramas relativos isolumen, serán iguales al de la figura No. 9

Hallar la iluminancia de la superficie de una vía en el punto P sabiendo que la altura de montaje es de 10 metros y que cada lámpara tiene un flujo luminoso de 40,000 lúmenes.

1.- Determinar la distancia desde la hilera de luminarias al punto P, en múltiplos de la altura de montaje h, trazando una línea en el diagrama isolux, con esta misma distancia desde la línea cero longitudinal y paralela a ella (línea AA).

F11



Deduciendo de la figura isolux.

$$\text{Desde } L_1 \text{ hasta } P = 25 \text{ m} = 2.5h$$

$$\text{Desde } L_2 \text{ hasta } P = 5 \text{ m} = 0.5h$$

$$\text{Desde } L_3 \text{ hasta } P = 15 \text{ m} = 1.5h$$

Trazando estas distancias a lo largo de la línea AA, se localiza así los puntos L_1 , L_2 y L_3 .

Se lee la iluminancia relativa en cada uno de estos 3 puntos y se calcula la iluminancia total en el punto P.

$$E_{L_1} = 3 \% \text{ de } E_{\text{max.}}$$

$$E_{L_2} = 53 \% \text{ de } E_{\text{max.}}$$

$$E_{L_3} = 13 \% \text{ de } E_{\text{max.}}$$

$$\frac{69 \% \text{ de } E_{\text{max.}}}{69 \% \text{ de } E_{\text{max.}}} = \text{TOTAL}$$

(La contribución de otras luminarias se desecha)

Stendo:

$$E_{\text{max.}} = \frac{a \phi}{h^2}$$

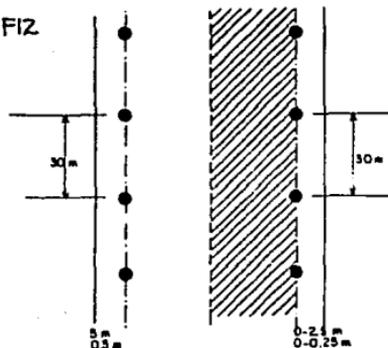
$$E_{\text{max.}} = 0.187 \times \frac{40,000}{10^2} = 74.8 \text{ lux.}$$

La iluminancia E_p en el punto P es por consiguiente:

$$E_p = \frac{69}{100} \times 74.8 = \underline{51.6 \text{ lux.}}$$

Hallar la iluminancia media del carril derecho de una vía con disposición unilateral de luminarias a lo largo de la acera izquierda, sabiendo que la altura de montaje de las luminarias de 10 metros y que cada lámpara tiene un flujo luminoso de 40,000 lúmenes.

FIZ



Primeramente se determina el factor de utilización del carril derecho, deduciendo de la fig. 9a y 9b.

$$\begin{aligned} \eta_o - 1.25h &= 0.30 \\ \eta_o - 0.5h &= 0.17 \end{aligned}$$

Por consiguiente $\eta_{0.50} - 1.25h = 0.30 - 0.17 = 0.13$

Sustituyendo este valor de η en la ecuación

$$\text{Emed.} = \frac{\eta \phi' L}{WS}$$

$$\text{Emed.} = \frac{0.13 \times 40,000}{7.5 \times 30} = 23.1 \text{ lux}$$

Ahora se calculará la iluminancia media, con las luminarias a lo largo de la acera derecha.

Se determina el factor de utilización del carril derecho. Deduciendo de la fig. 9a

$$\begin{aligned} \eta_{\text{hacia la acera}} &= 0.075 \\ \eta_{\text{hacia la calzada}} &= 0.170 \end{aligned}$$

Por consiguiente:

$$\eta_{\text{acera}} + \eta_{\text{calzada}} = 0.075 + 0.170 = 0.245$$

Sustituyendo este valor de η en la ecuación;

$$\text{Emed.} = \frac{n \theta L}{WS}$$

$$\text{Emed.} = \frac{0.245 \times 40,000}{7.5 \times 30} = 43.5 \text{ lux}$$

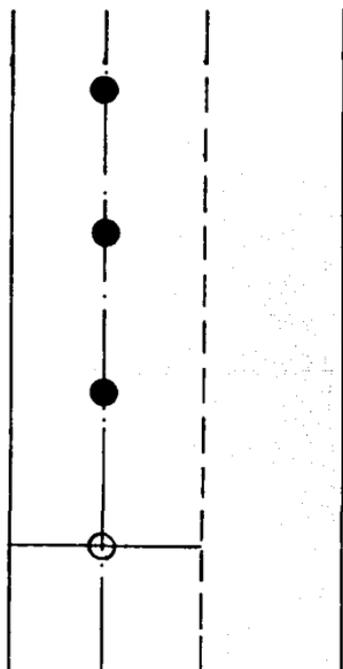
La iluminancia total es la suma de las iluminancias parciales, o sea;

$$\text{Emed.} = 23.1 + 43.5 = 66.6 \text{ lux}$$

Hallar el ángulo de inclinación sea 0° , 5° , 615° , que producen el máximo de iluminación media a todo lo ancho de la vía, sabiendo que la altura de montaje de la luminaria es de 10 metros, y que el saliente del brazo es de 2.5 metros.

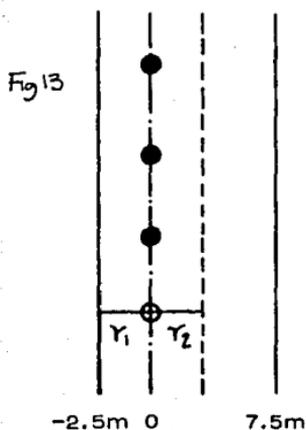
Cuanto mayor sea el factor de utilización, mayor será la iluminación media. Por consiguiente, se determinan el factor de utilización para cada uno de los cuatro ángulos admisibles de iluminación, utilizando la fórmula.

Fig 13



$$N = N_{r1} \quad N_{r2}$$

Donde γ = ángulo de inclinación



$$\gamma_1 = \text{arc tg} \frac{2.5}{10} = 14^\circ$$

$$\gamma_2 = \text{arc tg} \frac{7.5}{10} = 37^\circ$$

Por consiguiente: γ de acuerdo a la figura 9b

$$\text{Para } \gamma = 0^\circ: h = h_{14^\circ} + h_{37^\circ} = 0.08 \quad 0.23$$

$$h = \underline{0.31}$$

$$\text{Para } \gamma = 5^\circ: h = h_{19^\circ} + h_{32^\circ} = 0.11 \quad 0.21$$

$$h = \underline{0.32}$$

$$\text{Para } \gamma = 10^\circ: h = h_{24^\circ} + h_{27^\circ} = 0.13 \quad 0.18$$

$$h = \underline{0.31}$$

$$\text{Para } \gamma = 15^\circ: h = h_{29^\circ} + h_{22^\circ} = 0.14 \quad 0.14$$

$$h = \underline{0.28}$$

Resultado: la iluminancia media máxima se obtiene con un ángulo de inclinación de 5°

1,5 CARACTERISTICAS DE DISEÑO EN EL ALUMBRADO PUBLICO

El diseño de un sistema de iluminación implica muchas variantes considerando como principales:

La selección de un buen nivel luminoso en función a la importancia de la avenida en la que se debe de considerar la densidad de tráfico vehfcular.

Peatonal y sus características propias de diseño como son cantidad de carriles de circulación.

Importancia y ubicación de la misma, tipo de la coepecta de la avenida, para seleccionar la cantidad de iluminación deseada (nivel luminoso).

Los principales factores a considerar son:

- 1.- Capacidad en watts de las luminarias.
- 2.- Selección de altura de montaje.
- 3.- Espaciamiento interpostal.
- 4.- Disposición de luminarias.

CAPACIDAD EN WATTS DE LAS LUMINARIAS.- Se determina por el ancho de la calle a iluminar y la importancia de la avenida.

SELECCION DE ALTURA DE MONTAJE.- en función a la capacidad de watts de la luminaria, y representa un factor importante de seleccionar, debido a que una selección de altura incorrecta causa deslumbramiento molestos e influye considerablemente en la optima eficiencia del luminario. Con la introducción de las nuevas fuentes de luz como son las lámparas de vapor de sodio, alta presión y en casos muy especiales baja presión se recomienda utilizar la potencia en lumen de la fuente y tipos de distribución (conos) de las luminarias, para optimizar la selección de la altura, recomendando lo siguiente:

EMISION DE LUMENES		ALTURA RECOMENDADA METROS	
8,750	- 15,000	7.00	- 8.10
20,000	- 35,000	8.10	- 9.50
40,000	- 55,000	9.50	- 12.00

ESPACIAMIENTO INTERPOSTAL.- Es la distancia entre dos arbotantes adyacentes medida longitudinalmente el límite máximo permisible, va en función al nivel lumínico requerido; no excediendo los límites permisibles, en la relación de uniformidad que requiere la importancia de la avenida (calle) a iluminar.

DISPOSICION DE LUMINARIAS.- Existen cuatro tipos de distribución comúnmente usadas que son:

- 1.- Por un solo lado.
- 2.- Alternados o en tresbolillo.
- 3.- Una frente a otra .
- 4.- Sobre el camellón con arbotante doble luminaria.

Estos tipos de distribución los limita el ancho de la avenida y el nivel lumínico requerido por la misma, así como el factor económico para seleccionar el tipo de disposición.

Recomendándose lo siguiente:

Ancho hasta 12mUn solo lado
De 12m a 18 m Alternadas
Más de 18 m Una frente a otra

**PARAMETROS DE CALCULO PARA DETERMINAR DISTANCIA-
MIENTO INTERPOSTAL Y NIVEL PROMEDIO POR EL METODO
PUNTO POR PUNTO.-**

Para la determinación del distanciamiento interpostal, se utiliza la siguiente fórmula:

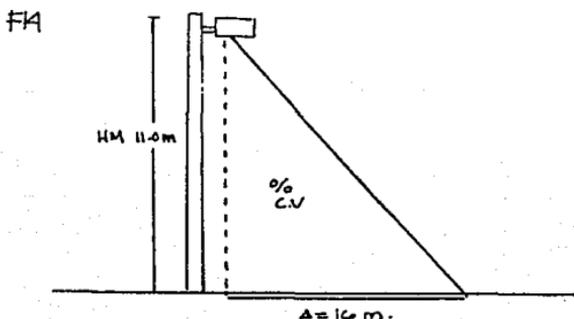
$$D.I. = \frac{L \times C.V. \times F.M.}{E \times A}$$

- D.I. = Distanciamiento interpostal en metros
C.V.= Coeficiente de utilización
F.M.= Factor de mantenimiento
E = Nivel de iluminación supuesto en función a la importancia de la avenida.
A = Ancho de calle en metros.
L = Flujo total aprovechado por la luminaria.

Para la obtención del coeficiente de utilización se debe de consultar la gráfica que relaciona el ancho de la calle contra la altura del montaje y el coeficiente de utilización de la distribución del flujo luminoso de la luminaria sobre el lado casa y lado calle.

EJEMPLO:

Se cuenta con una avenida principal, la cual tiene un ancho total de 16m. se ha seleccionado un nivel promedio mantenido de 25 luxes debido a su importancia y se determinó utilizar luminarias — modelo diplomático de 400 watts, vapor de sodio alta presión con clasificación "I.E.S." tipo IIIcorto semi-cutoff a 11m altura de — montaje, calcular el distanciamiento interpostal.



Determinación del coeficiente de utilización:

Lado calle.

$$C.U. = \frac{\text{ancho de calle}}{\text{altura montaje}} = \frac{16}{11} = 1.45$$

NOTA: En este caso no existe coeficiente de utilización lado casa, Se consulta en la gráfica No. A y se obtiene un porcentaje de utilización de 0.475 del flujo total sobre el lado calle.

Para determinar el factor de mantenimiento se estima en 0.8_ por la densidad del tráfico y la circulación de autobuses urbanos.

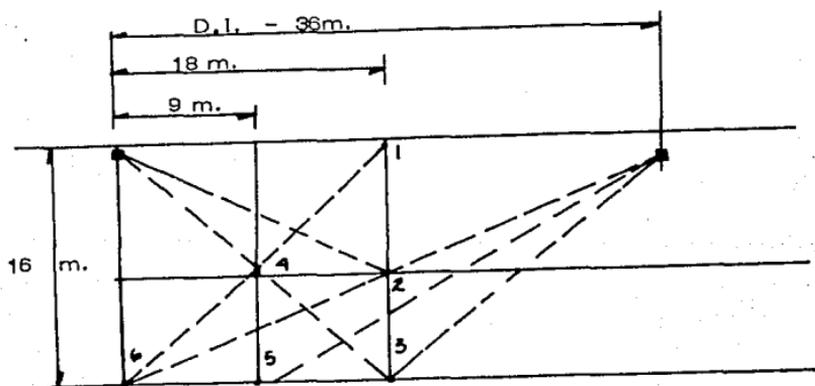
De la gráfica No. B, se obtiene un total de flujo aprovechado por la luminaria de 32,877 lúmenes, que equivale a 76.4% de eficiencia del luminario seleccionado.

$$D.I.- \frac{32,877 \times 0.475 \times 0.8}{25 \times 16} = \frac{12,493}{400}$$

$$D.I.- \frac{14,517}{400} = 31.2 \text{ m.}$$

CALCULO DEL NIVEL PROMEDIO METODO PUNTO POR PUNTO.-

Para la obtención del nivel lumínico promedio por el método punto por punto, se utiliza la curva isolux footcandels horizontales, la cual nos relaciona sobre el eje horizontal, la relación distancia longitudinal contra altura de montaje, se relacionan puntos críticos sobre la carpeta de la avenida y se procede a obtener el nivel lumínico en cada punto seleccionado en la figura siguiente, la curva isolux para la luminaria diplomática de 400 watts, vapor de sodio alta presión clasificación IES tipo corto cutoff preparado por Independent Testing Laboratories Inc., Boulder, Colorado para Lux S.A., reporte No. 20385.



Ubicación de puntos críticos para calcular nivel promedio.

COORDENADAS

Punto	X	Y	Poste A	Poste B	TOTAL Pies-Bujfa
1	1.63	0	1.95	1.95	3.90
2	1.63	0.72	1.90	1.90	3.80
3	1.63	1.44	0.51	0.51	1.02
4	0.81	0.72	3.50	0.50	4.00
5	0.81	1.44	0.70	0.25	0.95
6	0	1.44	1.00	.07	1.07

TOTAL 14.74 FC.

$$\text{NIVEL PROMEDIO EN LUXES} = \frac{14.74 \times 10.75}{6} = 26.43 \text{ luxes}$$

Factor de corrección por altura de montaje 1.19

$$\text{NIVEL PROMEDIO INICIAL } 26.43 \times 1.19 = 31.45$$

Nivel promedio mantenido considerado un factor de mantenimiento de 0.8 y el factor de depreciación de lumenes de la fuente tomado a las 16.00 horas de operación de 0.80

Obteniéndose un nivel promedio de:

$$E_m = 31.13 \times 0.8 \times 0.8 = 20 \text{ luxes}$$

Para la obtención de la relación de uniformidad se divide la lectura más baja obtenida, en nuestro caso el punto 5 entre el nivel promedio obtenido dando:

$$\text{R.V.} = \frac{0.95 \times 10.76}{31.45} = .3250$$

La relación de uniformidad obtenida es de:

1: 307 que se encuentra dentro de los límites especificados por I.E.S.

C A P I T U L O I I

II CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

- 2.1. Fuentes de Luz y sus Principios
- 2.2. Lámpara Incandescente
- 2.3. Lámpara De Vapor de Mercurio
- 2.4. Lámpara de Vapor de Sodio
- 2.5.
 - a) Fococelda
 - b) Reactor
 - c) Interruptores
- 2.6. Relevador de Tiempo Diferido

II.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.-

2.1.- FUENTE DE LUZ Y SUS PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.- Existen varias fuentes de luz artificial, que en determinado momento puede sustituir a la luz del día o luz natural, pero los más usados por sus características de operación y por su eficiencia son las lámparas eléctricas.

La lámpara eléctrica se puede clasificar por su naturaleza en dos grupos principales:

Lámparas incandescentes

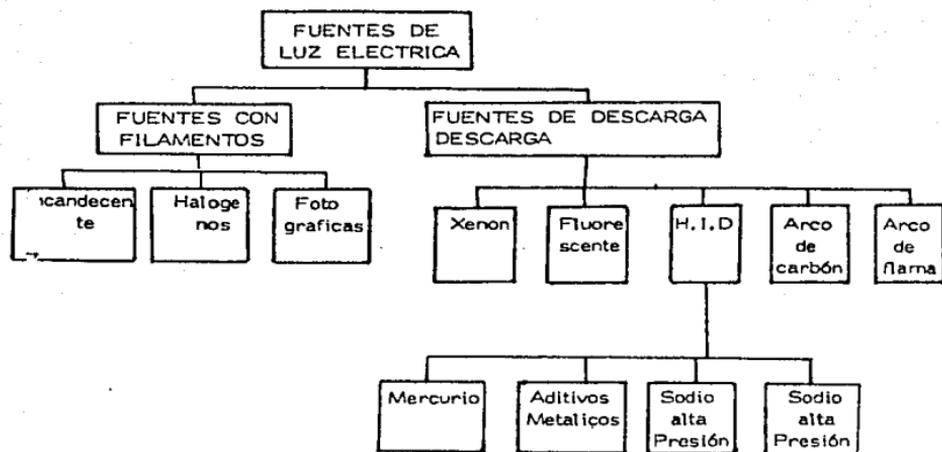
Lámparas de descarga

Las lámparas incandescentes producen luz, debido al efecto de incandescencia que presenta, cuando una corriente eléctrica que circula a través de su filamento, calienta a éste, hasta el rojo-blanco emitiendo a estas temperaturas, radiaciones comprendidas dentro del espectro visible.

En las lámparas de descarga eléctrica, la luz producida por un proceso más complejo que en las lámparas incandescentes. Este proceso consiste en pasar una corriente eléctrica a través de un vapor o gas de baja presión, en vez de hacerlo a través de un filamento como en las lámparas incandescentes.

CLASIFICACION DE FUENTES DE LUZ ELECTRICA

Fig 17

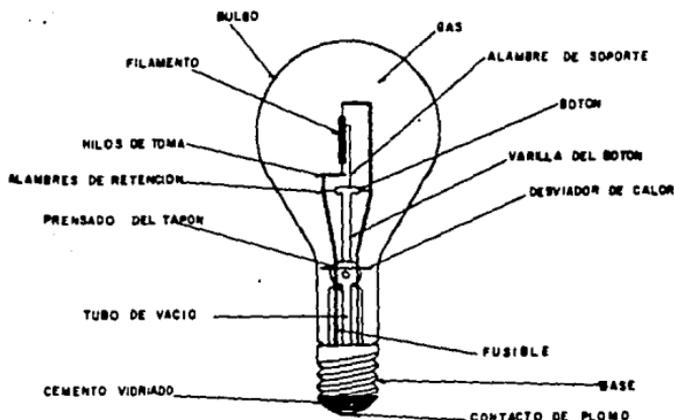


2.2. - LAMPARAS INCANDESCENTES.- La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre, que va colocado en un montaje adecuado y encerrado en un bulbo (bombilla) de vidrio, relleno de gas o al vacío. Al conectarse la lámpara a un circuito eléctrico la corriente que pasa por el alambre del filamento, tiene que superar su resistencia y la energía consumida calienta al filamento al punto de incandescencia, haciéndolo que destelle.

La primera lámpara de resultados satisfactorios lograda por Thomas Alva Edison, la cual tenía un filamento de carbón funcionaba a una eficacia de solo 1.4 lumenes por watts. El rendimiento de las lámparas fue mejorando paulatinamente al obtenerse mejores diseños y materiales en el filamento, habiendo logrado alcanzar en 1911 un valor de 1.0 lumenes por watts, el utilizarse por primera vez un filamento estirado de tungsteno. La introducción en el mercado en el año de 1913, de las lámparas rellenas de gas, mejoró el rendimiento hasta alcanzar 14 lumenes por watts y a partir de esa fecha, debido a las constantes innovaciones, se ha logrado una eficiencia por arriba de 23 lumenes por watts.

LAMPARA INCANDESCENTE TIPICA

Fig 18



Las lámparas de filamento producen luz, en virtud del calentamiento hasta la incandescencia del alambre ó filamento, que es causado por el flujo de corriente eléctrica a través de él. Las cuatro partes principales de una lámpara de filamento son: el buíbo, la base, el filamento y el gas de relleno.

BULBO.— Es un recipiente de vidrio en forma de ampolla, completamente cerrada, que puede ser de vidrio claro, blanco o coloreado, que en su interior lleva el filamento incandescente que debe de operar en vacío o en una atmósfera de gas inerte, para prevenir la rápida desintegración de él por oxidación.

BASE.— Es la parte metálica que conecta la lámpara con el porta lámpara, para propósitos generales de iluminación, las bases de rosca son las más comúnmente usadas, con rosca standard hasta 300 watts y con rosca mogul de 300 watts en adelante. Las bases de rosca standard son unidas al bulbo por medio de un cemento especial y las de base mogul se usan con una base mecánica que no requiere cemento.

FILAMENTO.— El filamento es el elemento productor de la luz de la lámpara.

Cuanto más elevada sea la temperatura del filamento, mayor será la parte de energía radiada por él y mayor la eficacia de la lámpara.

El voltaje de una lámpara de filamento, es igual al voltaje aplicada en sus terminales, multiplicando por los amperes que fluyen a través del filamento.

Por la ley de Ohm

$$I = \frac{E}{R}$$

La corriente es determinada por el voltaje y la resistencia local, a su vez depende de la longitud y diámetro del alambre usado. A mayor voltaje de una lámpara, para un voltaje dado, es mayor la corriente, y consecuentemente el diámetro del alambre requerido para el filamento.

El filamento utilizado actualmente en las lámparas incandescentes son de tungsteno. Este tiene un alto punto de fusión y un bajo porcentaje de evaporación, por lo que permite alcanzar temperaturas de —

funcionamiento más altas que con cualquier otro tipo de material. - Así mismo, este tipo de filamentos presenta el gas de relleno una superficie menor lo que trae como consecuencia una reducción de la pérdida de color por conducción y convercción.

La vida de una lámpara, así como su flujo luminoso están determinados por la temperatura de operación del filamento, entre mayor sea la temperatura para la lámpara dada; mayor será la eficiencia (lúmenes emitidos/watts de potencia consumida), y menor la vida de la lámpara. De aquí se deduce que el flujo luminoso y la vida de la lámpara son términos independientes, es decir que la lámpara puede ser diseñada para durar mucho, pero sacrificando su flujo luminoso o viceversa.

GAS DE RELLENO.- Para que el filamento tenga un bajo porcentaje de evaporación dentro del bulbo, éste se rellena con gas inerte, solo así podrá aumentarse la temperatura del funcionamiento del filamento los gases más comunes en uso, son el nitrógeno y argón.

Dentro de la gran variedad de tipos de lámpara incandescentes mencionamos los dos tipos más usados.

a) Lámpara de serie para alumbrado de calles.- Uno de los sistemas de alumbrado público de uso común utilizan lámparas conectadas en serie, diseñadas especialmente para funcionar en circuito de corriente constante. El sistema más común usa 6.6 amperes regulados automáticamente para mantener este valor. Este tipo de lámparas está clasificada en lúmenes y amperes y se producen en tres tipos de duración característica. Las de dos mil horas de duración por regla general no se usa para el reemplazo múltiple programado de las lámparas. Las de tres y seis mil horas para el reemplazo múltiple, dos veces por año y cada año respectivamente.

b) Lámparas en paralelo para alumbrado de calles.- Las lámparas para alumbrado de calles, para circuito múltiple, vienen clasificadas en lúmenes nominales y difieren de las lámparas ordinarias en que se fabrican en forma tal que el promedio de lúmenes de las lámparas conectadas en serie. Para producir la emisión lumínica deseada, se necesitan wattajes impares. Las lámparas con 1500 horas de duración, se usan principalmente para el reemplazo individual. Las de tres y seis mil horas, se utilizan para el reemplazo múltiple dos veces por año o una vez por año respectivamente.

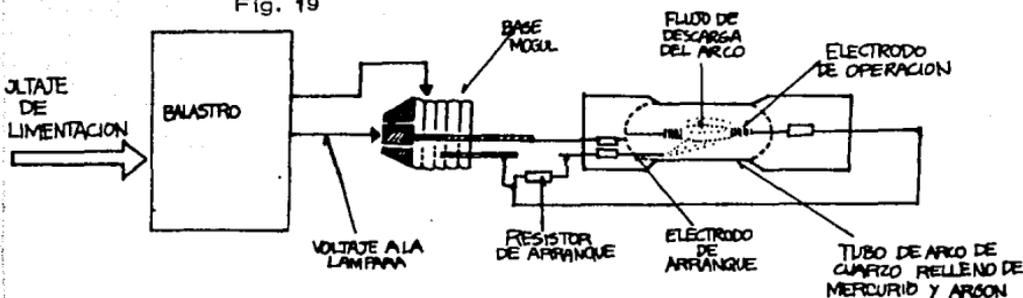
LAMPARAS DE DESCARGA EN GAS.- La luz emitida por la lámpara de descarga en gas (o en arco), no se genera calentado en filamento, sino excitando un gas (vapor metálico o mezcla de diferentes gases o vapores) contenido en un tubo de descarga.

El tubo de descarga está situado en el interior de un bulbo tubular o eclípsoidal. Para que se produzca la descarga a través de un gas, se necesita una cierta tensión mínima de encendido o de cerrado. Después del encendido, la corriente que circula por la lámpara, crece rápidamente, debido a una avalancha de electrones que se libera en el interior del tubo de descarga, sin obstáculo alguno. Esta corriente alcanza valores peligrosamente altos, si no se conectara en serie con la lámpara una bobina autoinductiva, que es el balastro el cual limita dicha corriente en un valor tal que conserva constante la descarga a través del gas contenido en el tubo.

2.3.- LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.- Las lámparas de vapor de mercurio, pertenecen a la clasificación general conocida como lámpara de descarga eléctrica, en las cuales la luz es producida por el paso de una corriente eléctrica, a través de vapor o gas, en lugar de filamento de tungsteno. La aplicación de un potencial eléctrico ioniza el gas, permitiendo que la corriente fluya entre dos electrodos, localizados en extremos opuestos de las lámparas. Los electrones que llevan la corriente o arco de descarga, son acelerados a muy alta velocidad, cuando los electrones chocan con los átomos del gas o vapor, alternan temporalmente su estructura atómica, produciendo la luz como resultado de la energía generada.

CIRCUITO ELECTRICO DE UNA LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

Fig. 19



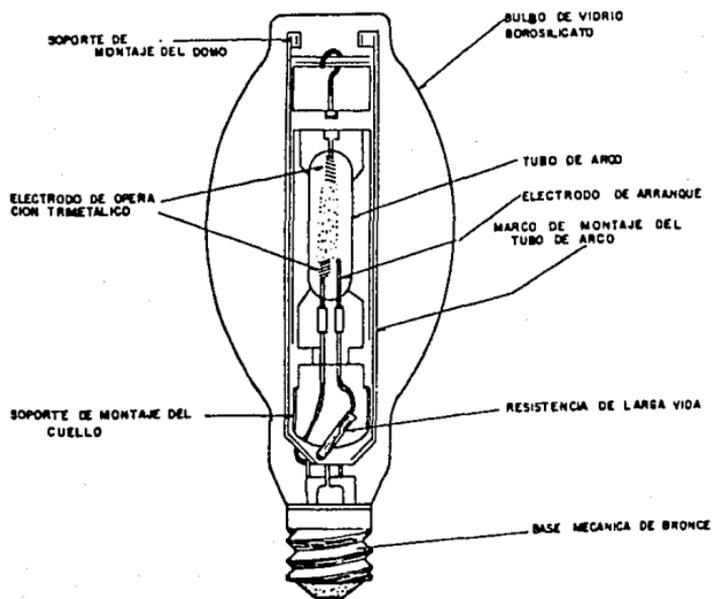
En el circuito eléctrico anterior, se necesita un balastro de tamaño y tipo adecuado para que la lámpara de vapor de mercurio funcione en cualquier circuito eléctrico regular, para ajustar el voltaje de distribución del circuito de alumbrado al voltaje que se requiere para encender y controlar la corriente durante su funcionamiento. Este control de la corriente, es necesario debido a que la lámpara de vapor de mercurio, como todas las fuentes de la luz de descarga, tiene la característica de "Resistencia Negativa". Una vez encendida el arco se desboca tomando excesiva corriente la cual destruiría la lámpara si no se controla por medio de un balastro.

Cuando se conecta el voltaje de alimentación, el voltaje de arranque del balastro es aplicado a través del espacio existente entre los electrodos de operación, situados en los extremos opuestos del tubo de arco y también a través del pequeño espacio entre el electrodo de operación y el de arranque. Lo anterior ioniza el gas argón y el espacio existente entre el electrodo de arranque de operación, pero la corriente se limita a un valor pequeño, debido al resistor de arranque. Cuando hay suficiente argón ionizado y vapor de mercurio, distribuidos ambos a lo largo del tubo de arco, se establece una descarga entre los electrodos de operación. Esto vaporiza más el mercurio, calentándose rápidamente la lámpara hasta alcanzar una condición estable. Después de formarse el arco principal, el resistor de arranque provoca que el potencial a través del espacio de encendido, se mantenga muy bajo para mantener esta descarga, estableciéndose en esta forma el flujo de descarga entre los electrodos de operación.

Los iones y electrones que componen el flujo de la corriente (o descarga del arco), se ponen en movimiento a velocidades fantásticas a lo largo del trayecto existente entre los dos electrodos de operación, situados en los extremos opuestos del tubo de arco. El impacto producido por los electrones y por los iones, que viajan a enormes velocidades por el gas o vapor circundante, cambia ligeramente su estructura atómica. La luz se produce de la energía emitida por los átomos afectados, a medida que vuelven nuevamente a su estructura normal.

PARTES BASICAS DE LA LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

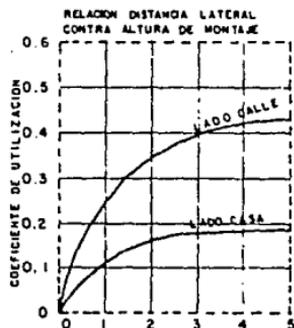
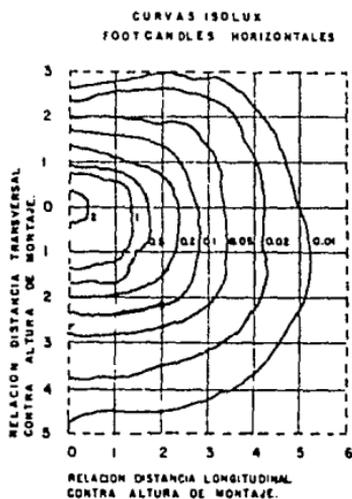
Fig. 20



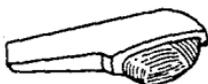
LUMINARIA OV-10
No DE CATALOGO 1085

LAMPARA: 250 WATTS VAPOR DE MERCURIO
LUMENES DE LAMPARA: 11,500
CLASIFICACION I.E.S. TIPO III SHORT, SEMI CUTOFF
REPORTE FOTOMETRICO No 17635 ALTURA DE MONTAJE: 7.50 MTS.

Fig. 21



ZONA	LUMENES	% DE LAMPARA
HACIA ABAJO LADO CALLE	4884	433
HACIA ABAJO LADO CASA	2217	193
HACIA ARRIBA LADO CALLE	129	1.1
HACIA ARRIBA LADO CASA	67	0.6
FLUJO TOTAL	7387	643

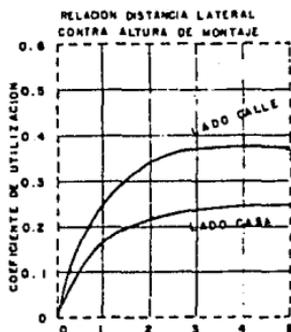
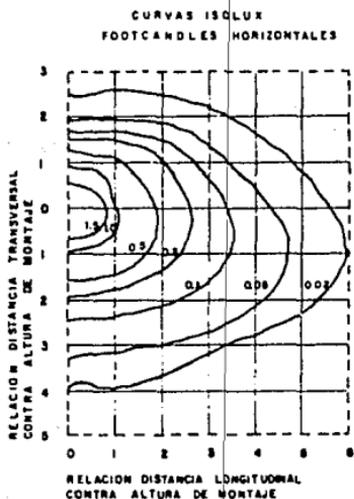


ALTURA DE MONTAJE:	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50
FACTOR DE CORREC	1.58	1.32	1.14	1.00	0.88	0.77	0.69	0.62

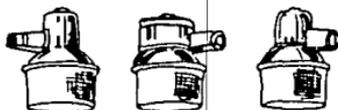
LUMINARIA SUB-URBANA
No. DE CATALOGO 1002, 1008, 1019

LAMPARA: 250 WATTS VAPOR DE MERCURIO
LUMENES DE LAMPARA: 12,100
CLASIFICACION I.E.S. TIPO III
ALTURA DE MONTAJE: 7.60 MT S.

Fig. 22



ZONA	LUMENES	% DE LAMPARA
HACIA ABAJO LADO CALLE	5687	47.0
HACIA ABAJO LADO CASA	2587.8	21.8
HACIA ARRIBA LADO CALLE	208.2	2.0
HACIA ARRIBA LADO CASA	344.5	4.3
FLUJO TOTAL	8113	78.3



ALTURA DE MONTAJE:	6.10	6.40	6.70	7.00	7.30	7.60	7.90	8.20	8.50	8.80
FACTOR DE CORREC:	1.36	1.42	1.29	1.18	1.09	1.00	0.93	0.86	0.83	0.83

De la figura anterior, a pesar de que existen muchos tamaños - y formas los tipos más comúnmente usados, están construidos a base de dos bulbos, uno exterior a manera de cubierta y otro interior, que es el " Tubo de Arco ". El tubo de arco fabricado de cuarzo, contiene el arco propíamente dicho, vapor de mercurio, los electródos en la pequeña cantidad de gas de argón.

El bulbo exterior, llenado comúnmente de nitrógeno, sirve para proteger al tubo de arco contra el deterioro y la corrosión atmosférica. También regula la temperatura de funcionamiento del tubo de arco, y actúa como filtro para absorber la radiación ultra-violeta.

Las designaciones para identificación de todas las lámparas de vapor de mercurio son totalmente distintas a las usadas en las lámparas incandescentes. Todas las lámparas de vapor de mercurio, tienen designaciones que comienzan con la letra H, que proviene de la palabra griega " Hychargyrum ", que significa mercurio, después se agrega el número o números que identifican las características eléctricas de la lámpara y balastro.

Las lámparas de vapor de mercurio varían grandemente en el diseño de acuerdo con la región y del espectro visible que se desea usar, las lámparas que se usan con el propósito de iluminación interior, son diseñadas para producir tanta energía como sea posible, en las siguientes 4 líneas del espectro visible; 4047, 4358, 5461, 5770 amstrongs.

Dentro de los circuitos de alumbrado público de la compañía de luz y fuerza del centro, S. A. existen 4 capacidades de lámparas de vapor de marcurio, que son 250, 400, 700, y 1000 watts.

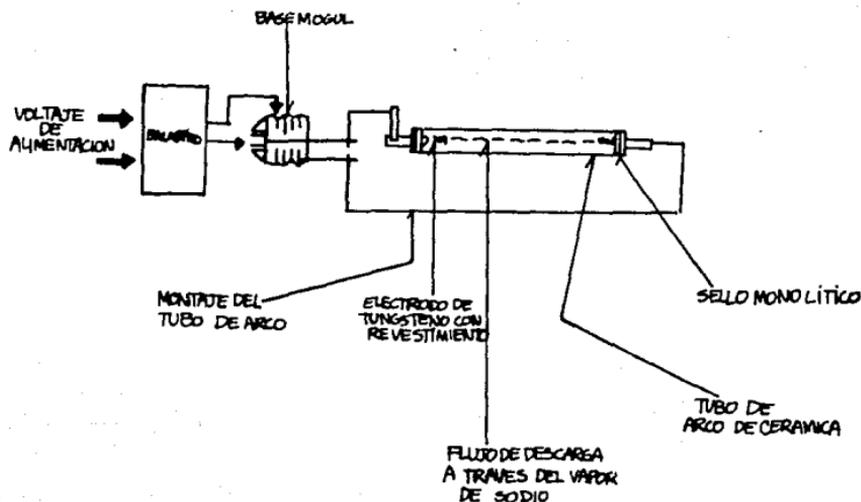
2.4.- LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO.- Las lámparas de vapor se sodio, son de la familia de lámparas de descarga de alta intensidad. La luz se produce por el paso de la corriente eléctrica a través de vapor de sodio, con una presión determinada a alta temperatura, sus características físicas, eléctricas y fotométricas son diferentes a otro tipo de lámparas de descarga y de alta intensidad.

El principal elemento de radiación en el tubo de arco de la lám para es el sodio. Sin embargo contiene mercurio como gas correcc tor del calor y, adicionalmente para controlar el voltaje. Tam- bien existe pequeña cantidad de Xenón, en el tubo de arco utilizado para iniciar la secuencia de arranque.

Para su ignición, la lámpara requiere voltajes extremadamente altos, debido a la geometría del tubo de arco, el cual deberá ser largo y estrecho, a fin de lograr la máxima eficacia y, además el hecho de no usar electrodos de arranque, sino únicamente gas Xenón, que facilita la ignición inicial. La función de arranque, se forma por medio de un circuito electrónico (Ignitor) que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro. El ignitor provee un corto pulso de alto voltaje en cada ciclo o mitad del ciclo del voltaje de alimentación. El pulso tiene suficiente amplitud y duración para ionizar el gas xenón y, de esta forma, iniciar la secuencia de arranque de la lámpara.

CIRCUITO ELECTRICO DE LA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO

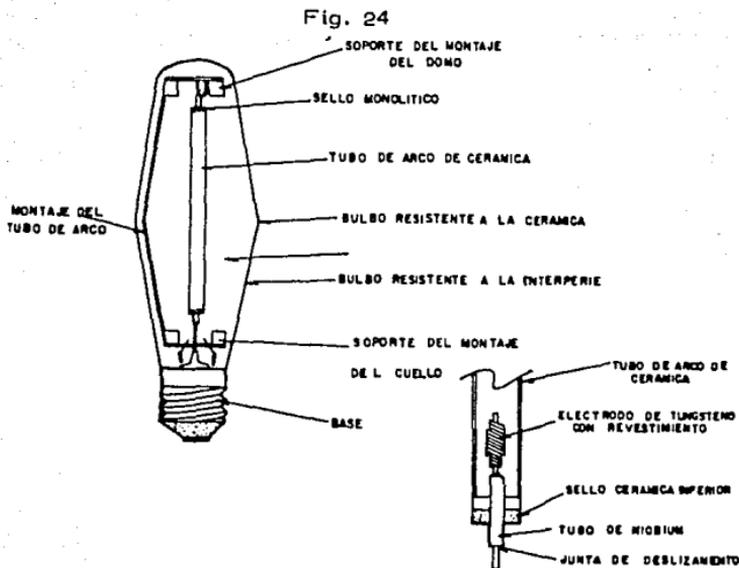
Fig. 23



El balastro también realiza las funciones propias del mismo tales como el voltaje suficiente de circuito abierto para sostener la operación del arco, otra de las funciones es limitar la corriente de operación de la lámpara y regular su potencia como función de la propia lámpara.

La lámpara de vapor de sodio de alta presión se fabrica con un exceso de sodio, en forma de amalgama con mercurio. Después de un período de operación de la lámpara, parte del vapor de sodio se pierde, en el flujo del arco a través de varios mecanismos debido al cambio de la relación de presiones de sodio y vapor de mercurio el voltaje del arco incrementa. Eventualmente el voltaje de operación de la lámpara se incrementará a un nivel más alto del voltaje, que el voltaje pueda sostener, cuando esto suceda la lámpara arrancará, calculándose hasta lograr su completa brillantez y luego se extingue. Cuando la secuencia de operación se repite regularmente, se dice que esta ciclando, las lámparas de vapor de sodio de alta presión, presenta las características de ciclo, cuando su vida ha llegado al final.

Las lámparas de vapor de sodio requieren de un período de calentamiento de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez un poco menor que el período requerido para una lámpara de vapor de mercurio. Durante el período de calentamiento, existen varios cambios en el color de la luz, inicialmente existe un débil resplandor azul-blanco, producido por la ionización del xenón, el cual es rápidamente reemplazado por un brillante color azul, típico de la luz de mercurio. Con un incremento de la brillantez, se efectúa un cambio al amarillo monocromático, característico del sodio a baja presión, así cuando la presión en el tubo de arco se incrementa, la lámpara logra su completa brillantez produciendo una luz blanca dorada, si existe una interrupción momentánea de energía, el tiempo de re-encendido será de un minuto.



Componentes básicos de la lámpara de vapor de sodio

2.5.- A) FOTOCELDA.- Se le conoce por el nombre de celda foto eléctrica o fotocelda y que también uno se le llama "el cerebro del alumbrado público". La celda fotoeléctrica es un dispositivo eléctrico altamente sensitivo y diseñado especialmente para el control automático del alumbrado exterior, tipo múltiple o serie, que emplea luminarias de vapor de mercurio, fluorescente o incandescente.

El elemento de control da la señal cerrando unos contactos para que encienda la luminaria al atardecer, y apagando la lámpara por la mañana, cuando aparece la luz del día. Lo anterior se efectúa debido a que el elemento de control tiene tal sensibilidad que

es comparable a la del ojo humano, y puede ajustarse la operación de la fotocelda de diferentes niveles de iluminación por medio de una ventana integrada a ella.

Las celdas fotoeléctricas se clasifican en dos grupos generales

- 1.- Las celdas de capa separadoras o celda de selenio y las de óxido de cobre, que son las que probablemente encuentren mayor aplicación. Siendo actualmente las celdas con elemento de selenio las de mayor uso.

Las celdas de capa separada, cuando están expuestas a irradiaciones, generan una diferencia potencial que guarda cierta relación con la intensidad de iluminación.

- 2.- Los tipos fotoemisores o de válvulas, que requieren el uso de una fuente de potencial exterior.

ORIENTACION DE LA FOTOCELDA.- La abertura de la fotocelda llamada ventana, se deberá orientar hacia el norte por dos causas principales:

- 1.- Por conservación de equipo.- Si la orientación al poniente, oriente o sur, los rayos solares penetran directamente por la ventana al circuito impreso de selenio, que está en el interior de la fotocelda que en el transcurso del tiempo perderá sus propiedades originales o sea se degradará su eficiencia y por lo tanto se acortará la duración de la vida útil.
- 2.- Mejor funcionamiento práctico.- Si este control fotoeléctrico se orienta hacia el oriente, dada la posición geográfica de nuestro país, por la mañana se observaría que cuando la luz del día apareciera, el circuito de alumbrado público se apagaría, por la tarde cuando el nivel de luz natural fuera muy claro, el alumbrado artificial encendería, lo mismo sucederá si la orientamos al sur o la poniente. Basingonos en esta circunstancia se toma un promedio de luminosidad y se orienta hacia el norte, con el propósito de que cuando la luz del día es de bajo nivel, el control fotoeléctrico encienda el alumbrado y lo apague cuando la luz del día aumente hasta un nivel en el que el alumbrado ya no es necesario.

CONEXION DE LA FOTOCELDA. - La fotocelda se fija en una ménsula o soporte llamada comúnmente base, la cual tiene 3 bornes de conexión, uno más ancho que los otros dos, por este motivo solamente se podrá conectar o colocar en una sola posición, y ya colocada se deberá girar levemente a la derecha con el propósito de asegurar la , para evitar falsos contactos.

Esta base tiene dos tornillos tipo prisionero, que aflojándoslos - sirven para orientar la fotocelda correctamente. Se debe de tener especial cuidado de que al orientar la fotocelda, su ventana no reciba luz artificial, como la de luminarias o anuncios luminosos, cuya que afectan su operación, en caso de ocurrir esto se procederá a cambiarla a otro sitio.

La base tiene tres terminales de conexión:

- A) Una de color negro para el hilo de la fase.
- B) Otro de color blanco para el hilo neutro.
- C) La tercera de color rojo, que es el hilo de control o carga.

FUNCIONAMIENTO DE LA FOTOCELDA. - Por principio se dirá - que el elevador de la fotocelda tiene sus contactos normales cerrados (de noche). El selenio es metal sumamente sencible a la intensidad luminosa, cuando la hay disminuye su resistencia, permitiendo generar un potencial de suficiente magnitud para energizar - la bobina del relevador, haciendo operar como un pequeño electroimán para que actuen los contactos que están en posición de normalmente cerrados. Abriendo el circuito de las luminarias el - cual controla , cuando aumenta la luz del día .

2.5.- B) REACTOR.- Los reactores o transformadores limitadores de corriente, han sido diseñados para cada tipo de lámpara de vapor de mercurio, para proporcionar un voltaje y una corriente adecuada a la lámpara, dos características eléctricas de los transformadores cuando son usados en conjunto con las lámparas de descarga, son tales que producen bajo factor de potencia. Esta situación es comunmente corregida por medio de una capacitancia en forma de condensador, el cual va dentro del reactor. Los reactores así corregidos tiene un factor de potencia del 90% o más, mientras que en los no corregidos varía entre 50% y 60%.

Para obtener un buen encendido una buena duración de la lámpara, esta debe de ser obtenida dentro de pequeñas variaciones de voltaje y así el primario de cada transformador esta provisto de taps o derivaciones.

Una interrupción en el servicio o una caída repentina de voltaje puede extinguir el arco. La mayoría de los reactores estan diseñados para permitir una caída de voltaje del 15 % sin extinguirse el arco, y algunos tipos permiten hasta el 25 %.

En los circuitos de alumbrado público de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., se encuentran conectados reactores de las siguientes capacidades: 250, 400, 700, 1000, watts respectivamente e éstas son para lámparas de vapor de mercurio.

Si el reactor va a ser conectado a 60 ciclos, se debera cortar el conductor indicado con espaguiti rojo, aislado perfectamente cada una de sus puntas.

Pruebas eléctricas del reactor. - Antes de instalar cualquier reactor, es necesario llevar acabo unas pruebas para comprobar su estado, debiendo seguirse los siguientes pasos:

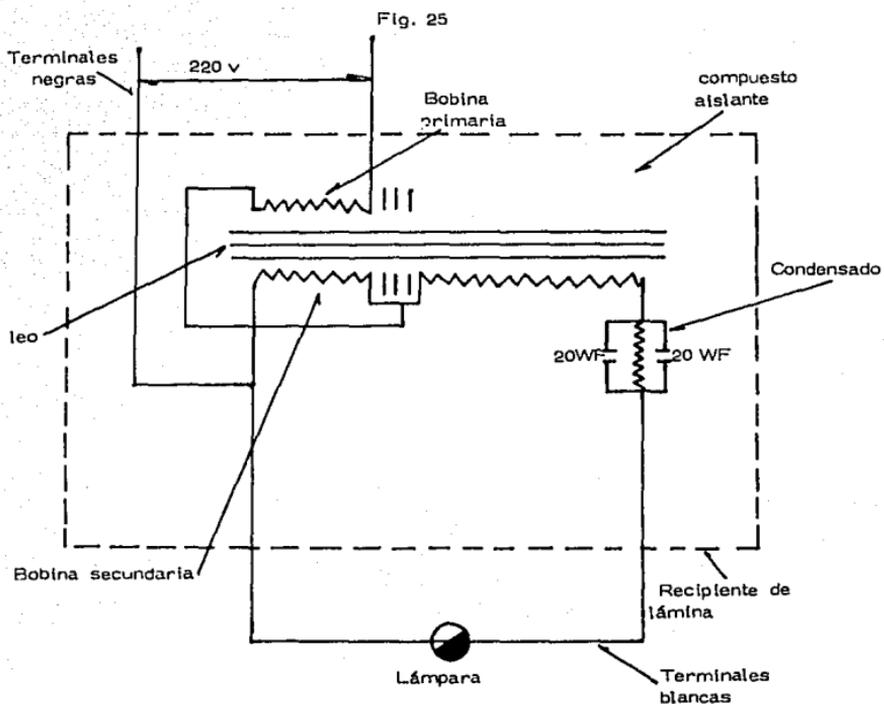
1.- Antes de efectuar cualquier maniobra, se debera estar seguro que el equipo se encuentra sin potencial.

2.- Conectar las lámparas a las terminales de color blanco, cerciorándose que la potencia de la lámpara sea similar a la del reactor.

3.- Conectar a una fuente de 220 volts las dos terminales de color negro.

4.- Energizar el circuito y comprobar que la lámpara encienda

DIAGRAMA ELECTRICO DEL REACTOR EN BAJA TENSION



2.5.- C) INTERRUPTORES.-

INTERRUPTOR APB-30.- Comúnmente se le conoce con el nombre de contactor, y se utiliza para conectar y desconectar circuitos de alumbrado público con lámparas de vapor de mercurio, incandescentes, fluorescentes. Puede controlar un grupo de lámparas conectadas a una tensión de 220 volts, con capacidad hasta 3,500 watts, se fija en un poste con una abrazadera tipo BR y con dos tornillos tipo máquina de 6.25 x 25mm.

Este interruptor es operado por medio de un conductor de control a una tensión de 125 volts, casi siempre enviado a través de una fotocelda y conecta de las siguientes partes:

Caja	Lámina esmaltada a fuego.
Tapa	Lámina esmaltada a fuego.
Bobina 125 ó 220 volts	Alambre magneto de cobre . No. 38 de esmalte para 125 v. de acero de silicio laminado.
Núcleo	
Contactos normal abiertos	Aceleración de plata.
Interruptor termomagnético	2 polos para 30 amperes.
Boquilla	
Sies terminales	Cuf No. 8 (AWG-600volts).

Clave del nombre APB 30.

A. P.	Alumbrado público
B	Baja tensión
30	Ampares
Cuf	Cobre forrado.

FUNCIONAMIENTO.- Cuando el nivel de luminosidad es bajo la fotocelda envía una señal de corriente por su conductor de control a la bobina del interruptor APB-30, que al energizarse cierra de inmediato los conductos del mismo, a los cuales están conectados las fases F1 y F2 y es a través de los contactos del interruptor, por donde circula la corriente de una tensión de 220 volts. para alimentar a lámparas incandescentes en algunos casos o en otros a reactores, los cuales a su vez regulan la tensión de alimentación para las lámparas de vapor de mercurio a 135 volts. lográndose con esto el encendido de las mismas.

El diagrama No. 26 muestra las conexiones para el último caso, el interruptor termomagnético consta de un bimetalo (elemento térmico) o sea de dos metales de diferente aleación que soporta una intensidad de corriente nominal de 30 ampers y cuando se sobre pasa esta corriente, hay un sobrecalentamiento en el elemento térmico el cual se deforma, accionando los platinos o contactos normalmente cerrados, permaneciendo éstos en posición de abiertos hasta que se le restablezca manualmente. En caso de presentarse corto circuito, opera cualquiera de los elementos magnéticos y mandarán a la apertura los contactos principales del interruptor.

Para calcular el número de lámparas incandescentes de baja tensión (220 volts.) que puede proteger este tipo de interruptor (APB-30), se debe efectuar la resta de un 10% a la capacidad nominal en ampers del interruptor y dividir el resultado entre la corriente nominal que toma una de las lámparas para instalar.

Con el objeto de facilitar la comprensión de lo anteriormente expuesto, se presenta el siguiente ejemplo:

Supongase que va a instalar un circuito con lámparas incandescentes de 200 watts a una tensión de 220 volts. por lo tanto:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{Corriente nominal del interruptor } 10\%}{\text{Corriente de una lámpara}}$$

$$\text{Corriente nominal del interruptor} = 30 \text{ ampers}$$

$$\text{Corriente de una lámpara} = 1 = \frac{W}{V} = \frac{200}{220} = 1.1 \text{ ampers}$$

Sustituyendo valores:

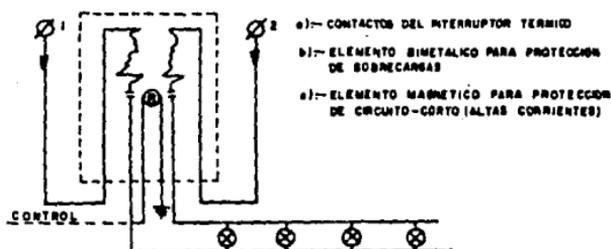
$$\text{No. de lámparas} = \frac{30 - 3}{1.1}$$

$$\text{No. de lámparas} = 25$$

Para que el interruptor trabaje en condiciones normales, se tendrá especial cuidado de que el número de lámparas conectadas al circuito no sea mayor al calculado, para que la protección térmica no opere por sobre la carga, también verificar la tensión a la que se deba conectar la bobina, ya que existen contactores con bobinas para operar a una tensión de 125 volts. y otros con bobinas para 200 volts.

INTERRUPTOR A P B 30

Fig. 26



INTERRUPTOR AEREO AP 6.6.- La función del interruptor es conectar o desconectar un circuito aéreo de alta tensión (dos fases a 600 volts.) de alimentación al primario de los transformadores de corriente constante.

La operación del interruptor puede efectuarse en forma manual o automática, ya que cuenta con palanca de accionamiento para tres posibles posiciones a saber:

- 1.- Cerrado.- En esta posición los contactos del interruptor se llevan al cierre por medio de una acción manual.
- 2.- Automático.- En esta posición se puede presentar los casos de apertura y cierre del interruptor, pero en forma automática, es decir que la operación del mecanismo del interruptor queda supeditada a la señal que envía la fotocelda.

Para lograr esta condición, estos interruptores cuentan por una bobina de accionamiento la cual esta alimentada por medio del conductor de control de la fotocelda, cuando dicha fotocelda envía energía (a través del conductor) hacia la bobina, ésta al energizarse, acciona al cierre los contactos del mismo permitiendo así el paso de corriente hacia los transformadores de corriente constante, y esta condición permanecerá hasta en cuanto permanezca energizada la bobina. Lógicamente al desenergizarse, la misma se abrirán los contactos del interruptor y esta condición se presentara cuando la fotocelda mande el corte de energía por el conductor del control a la bobina de accionamiento.

- 3.- Abierto.- También la operación a realizarse será manual, pero por seguridad, para que el interruptor no llegue a cerrarse automáticamente, este cuenta en el circuito de alimentación de la bobina de accionamiento con un juego de contactos en serie es decir, que con la palanca en posición de abierto tanto los contactos principales, como los de la bobina llamados "auxiliares" permanecen abiertos, evitando así que aunque la fotocelda envíe la señal de corriente a la bobina no se energice.

Este interruptor se fija a postes de hierro mediante dos cruces 44 v. dos dados 45, cuatro tornillos tipo máquina de 12.5 x 32 mm (1/2 x 1 1/4) tienen un peso de 45.3 Kg.

INTERRUPTOR SUBTERRANEO AP-67.— Este interruptor se emplea en las instalaciones subterráneas y su operación y funcionamiento es idéntico al anterior (AP-6.6), se distingue únicamente por su construcción exterior es decir, dado que su instalación se hace en bóvedas subterráneas esta diseñada especialmente para conectar a los cables subterráneos y presentar con condiciones adecuadas de hermeticidad para evitar la penetración de humedad en su interior.

3.6.- A) RELEVADOR DE TIEMPO DIFERIDO.— Este relevador — también se conoce como, retardador y consta de las siguientes partes:

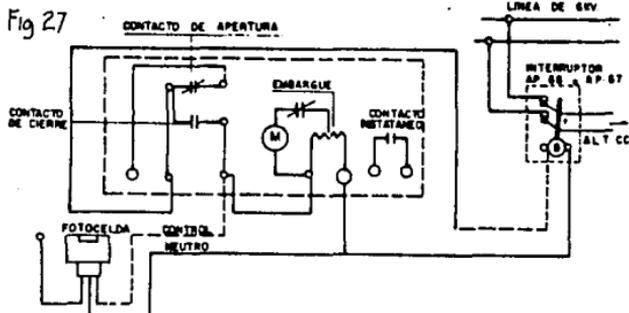
- Caja de hierro colado
- Motor
- Relevador de tiempo
- Dos juegos de contactos (normalmente cerrado)
- Dos juegos de contactos (normalmente abiertos)
- Embrague
- Botón de ajuste

Su función es energizar el interruptor A. P. 67, diez minutos, — después de que la fotocelda envíe corriente a través de su conductor de control, estos se efectúa con el propósito de evitar que las lámparas de vapor de mercurio de 1000watts se fundan, es decir, cuando un circuito de este tipo no tiene en su instalación un relevador de tiempo diferido, el circuito es desenergizado, ya sea por falla o — propósito, y es restablecido antes de 10 minutos, las lámparas por estar todavía a una alta temperatura se funden.

El ajuste del tiempo se efectúa por medio de un botón graduado en minutos, el cual al dejar de operar regresará a su posición.

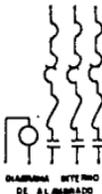
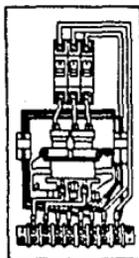
El diagrama **No. 27** muestra sus conexiones.

RELEVADOR DE TIEMPO



EQUIPO Y MATERIAL
INSTALADO DE ALUMBRADO PUBLICO

RELEVADOR CONTACTOR



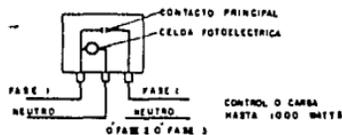
DESCRIPCION:

Relevador contactor, cápsula de mercurio con bobina para 220 VCA 60 HZ, contactos, NA, en gabinete NEMA 3R tipo intermitente.

USOS: Se deberá usar para controlar carga eléctrica del alumbrado.

CELDA FOTOELECTRICA

CONTACTOS: CERRADOS EN LA NOCHE
ABIERTOS EN EL DIA

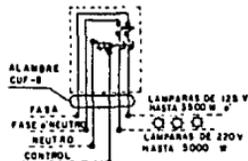
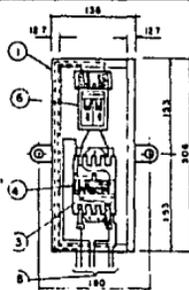


DESCRIPCION:

Características semejante al control fotoeléctrico GE CAT No. C402 G300 120 Volts 50/60 ciclos. Carga max 1000 watts rango operación 26.93-20%

USOS: Fijada a soporte celda AP permite conectar o desconectar el hilo de control o un grupo de lámparas. Puede controlar 4 interruptores.

INTERRUPTOR



DESCRIPCION:

Características semejantes al contactor Cuttler Hammer. 30 amps. Baja tensión.

USOS: Conecta y desconecta un grupo de lámparas conectadas a 125 V con capacidad hasta 3500 W ó un grupo de lámparas conectadas a 220 V con capacidad hasta 5000 W.

CABLE USO RUDO DE 3 CONDUCTORES



DESCRIPCION:

Cable uso rudo de 3 conductores de cobre suave sin estañar con cableado flexible, aislamiento resistente a la humedad y al calor para operar a 75°C y 600V con cubierta de neopreno, similar al de la marca Condumex tipo SO, diám. 16 y 18 mm., calibre AWG 12, 10. Peso (kg/kw) 320, 480.

USOS: Servicio pesado, interiores, exteriores, ambientes húmedos y secos.

CABLE USO RUDO DE 2 CONDUCTORES



DESCRIPCION:

Cable uso rudo de 2 conductores de cobre suave sin estañar con cableado flexible, aislamiento resistente a la humedad y calor, opera a 75C y 600 V, con cubierta de neopreno similar a la marca Condumex SO. Diám. 15, 16 mm, Calibre AWG 12, 10. Peso (kg/kw) 280, 340.

USOS: Servicio pesado, interiores, exteriores, ambientes húmedos y secos.

CABLE DE FUERZA DE UN CONDUCTOR

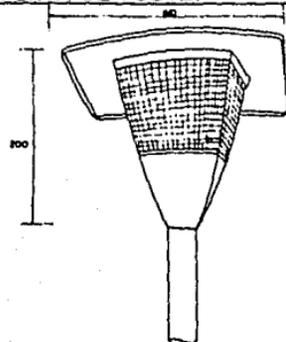


DESCRIPCION:

Conductor de cobre suave, torcido clase B, 19 hilos con aislamiento PVC para trabajar a 90 C y 600 V.
Calibre AWG 1/0, 2/0, 4/0.

USOS: En sistemas de alumbrado y fuerza.

LUMINARIO PARA LAMPARA DE 400 W. VAPOR DE MERCURIO, INSTALACION EXTERIOR
TIPO PUNTA DE POSTE.



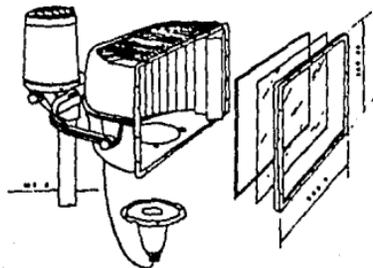
DESCRIPCION:

Luminario punta de poste similar a la marca HOLOPANE Cat. 461 tipo intemperie, con una lámpara de 400 w vapor de mercurio, balastro integral autoregulado para operar a 220 VCA 60 HZ.

USOS:

En subestación, estacionamientos, entrada de edificios.
Altura de montaje 5000 mm.

LUMINARIO PARA LAMPARAS DE METALES ADITIVOS INSTALACION EXTERIOR TIPO REFLECTOR
(400 a 1000 W.)



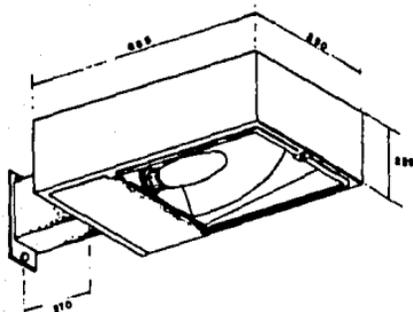
DESCRIPCION:

Luminario para instalación exterior con lámpara de metales aditivos, de acuerdo a la especificación RAM-40/10 de construcción, tipo reflector balastro integral autorregulado A.F.P. para operar a 220 VCA-60HZ, para una lám para de 400 ó 1000 Watts. clara.

USOS:

En exteriores, bardas, maniobras, patios. En subestaciones y conjuntos.
Altura de montaje 10 000 a 15 000 mm.

LUMINARIA PARA LAMPARA DE 250 WATTS v.s.a.p. INSTALACION EXTERIOR TIPO ARBOTANTE



SIMBOLO



DESCRIPCION:

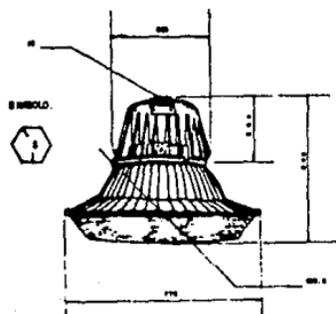
Luminario tipo arbotante para instalación exterior, con lámparas de 250 W., vapor de sodio alta presión, de acuerdo a la especificación EM-AL-Ld-03 de construcción, con gabinete rectangular de aluminio, auto-balastrado para operar a 220 VCA 60 HZ.

USOS:

En exteriores, bardas, maniobras, patios, subestaciones y conjuntos.

Altura de montaje 9000 a 75000 mm.

LUMINARIO PARA LAMPARA DE 250 W VSAP BAJO MONTAJE DE INSTALACION



SIMBOLO



DESCRIPCION:

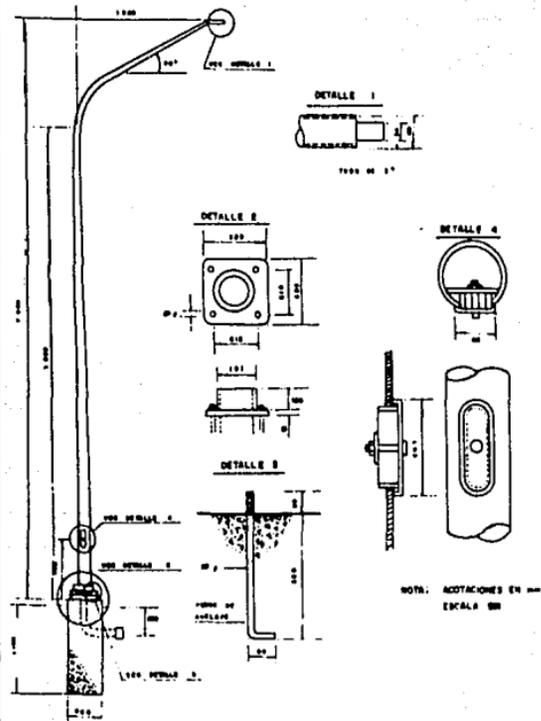
Luminario de bajo montaje e instalación interior, con lámpara de 250 W., vapor de sodio alta presión, de acuerdo a la especificación en AL-LD-52-250 de construcción, con balastro integral autoregulado para operar a 220 VCA, 60 HZ, con una lámpara 250 W. bulbo claro.

USOS:

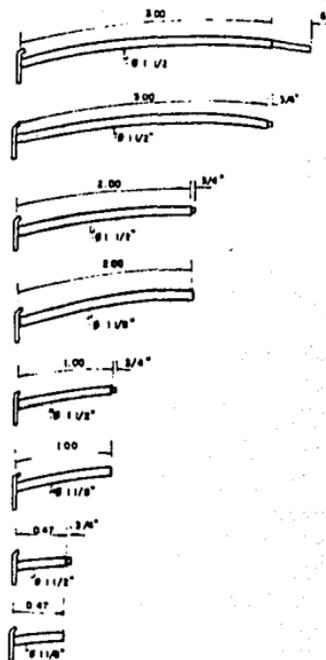
En áreas industriales, fábricas y talleres.

Altura de montaje 4500 a 7000 mm.

POSTE PARA ALUMBRADO



TIPOS DE MENSULAS



CAPITULO III

III ESTADISTICA DE ALUMBRADO PUBLICO
DE LA COLONIA AURORA

- 3.1. Gráfica anual de instalación de Alumbrado Público.
- 3.2. Relación de zona de material instalado de Alumbrado Público en la colonia Aurora.
- 3.3. Material reemplazado de Alumbrado Público de 1977-1987.
- 3.4. Tipos de Alumbrado Público existentes y zonificación de la Colonia Aurora.

CAPITULO III.- ESTADISTICAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN LA COLONIA AURORA

Para realizar esta tesis se tuvo que estudiar primeramente el diseño de alumbrado público en la colonia Aurora de Ciudad Nezahualcoyotl, en este caso no implicó muchas variantes, ya que desde un principio, el alumbrado se acondicionó de tal manera que fuera el más económico posible, aprovechando la totalidad de los postes instalados en la red de alta o baja tensión y a una distancia interpostal determinada por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A. Considerando que en aquel entonces (fines de 1970) Ciudad Nezahualcoyotl con sus 51 colonias, todas ellas eran sub-urbanas y de escasos recursos económicos.

Los principales factores que considerán son:

- 1.- Capacidad en watts de las luminarias.
- 2.- Selección de Altura de montaje.
- 3.- Espaciamiento Interpostal.
- 4.- Disposición de Luminarias.

1.- Capacidad en watts de las luminarias.- Se determinó por el ancho de la calle a iluminar y a la importancia de la avenida y se utilizaron luminarias suburbanas y luminarias convencionales del tipo OU-10.

2.- Selección de altura de montaje.- Se hizo en función a la capacidad en watts de la luminaria, en este caso se utilizaron diferentes medidas de postes, fuera de empotramiento de 7.8 y 10 metros.

3.- Espaciamiento Interpostal.- Que es la distancia entre dos arbotantes en este caso la distancia o separación de postes de concreto, que varían de 30 a 40 metros, ya que se aprovecho toda la postería existente.

4.- Disposición de Luminarias.- La distribución de luminarias fue limitada por el ancho de la avenida y el nivel lumínico requerido por la misma, en este caso se tiene que:

Ancho hasta 12 metros	-----Un solo lado.
Más de 18 metros	-----Una frente a otra o tresbolillo.

Actualmente el 60% de las lámparas se encuentran fuera de servicio y el 40% restante con una emisión de luminarias bastante bajo.

2.1. GRAFICA ANUAL DE INSTALACION DE ALUMBRADO PUBLICO.

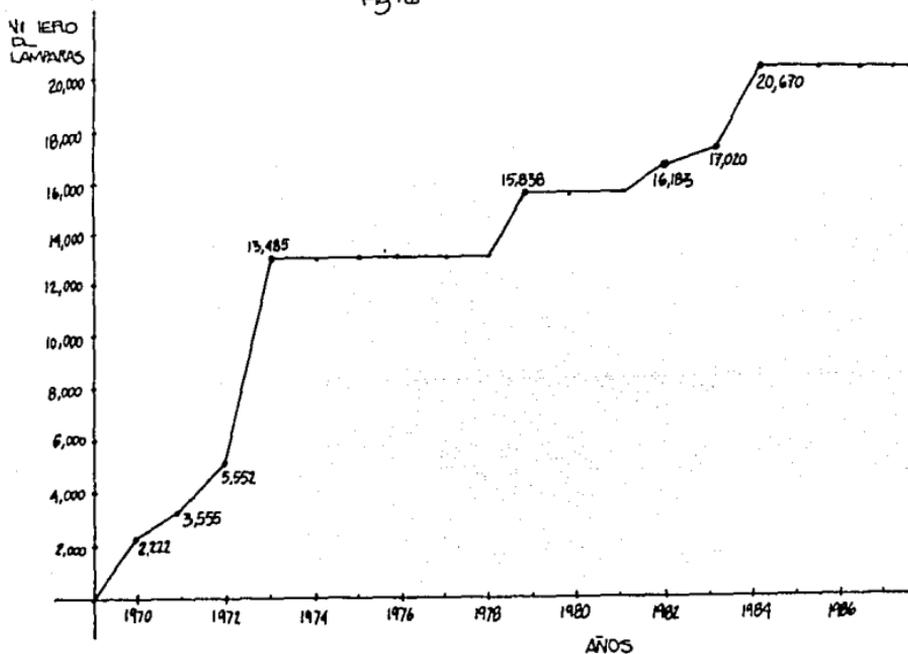
Estadísticas de alumbrado público en ciudad Nezahualcoyotl.

Estas estadísticas se sacaron en base a Investigaciones del año 1970 a 1987 en la oficina de servicios públicos del ayuntamiento de Ciudad Nezahualcoyotl.

Haciendo una breve historia de la Instalación de alumbrado público en Ciudad Nezahualcoyotl, éste ayuntamiento solicitó los servicios de la Compañía de Luz y Fuerza para que realizara los proyectos, instalación y mantenimiento de la Red. A partir de 1970 se iniciaron los trabajos necesarios para la red de distribución A.P., incluyendo la totalidad de calles que en aquel entonces imperaba en las 51 colonias existentes.

A continuación mencionaremos como fué incrementado año con año la instalación de lámparas.

Fig 16



INFORME ANUAL DE LA INSTALACION DE ALUMBRADO
PUBLICO EFECTUADO EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL-
DURANTE LOS AÑOS 1970-1987

AÑO	No. DE LAMPARAS	OBSERVACIONES
1970	2,222	hecha por Luz y Fuerza
1971	1,333	hecha por Luz y Fuerza
1972	1,997	hecha por Luz y Fuerza
1973	7,933	hecha por Luz y Fuerza
1979	2,353	se entrega al Municipio
1982	345	
1983	837	
1984	3,650	
1985	0	
1986	0	
1987	0	
TOTAL	20,670	

Total de material instalando de alumbrado público en todo Ciudad Nezahualcoyotl:

UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD
Pza.	Lámpara 250 W V.M.	20,670
"	Reactor B 2.1.	17,195
"	Interrupor A. P. -30	1,230
"	Celda A. P.	3,115
"	Soporte P/ celda	3,115
"	Unidad Integral	3,475
"	Unidad OV - 10	4,466
"	Unidad OV - 20	12,729
"	Ménsulas	20,670
"	Abrazaderas	20,670
"	Globo OV - 10	4,166
"	Globo OV - 20	12,729
"	Acrílico Integral	3,475
"	Abrazadera Rap p/reactor	17,195
"	Aislador B	52,814
"	Cruceta 42 y 44 v	23,407
"	Alambre Aid No. 4	1,610,570

2.2.- RELACION DE COLONIAS INTEGRADAS A LA COLONIA
AURORA Y TIPO DE LAMPARAS INSTALADAS.

MULTIPLES

<u>NOMBRE DE LA COLONIA</u>	<u>OV-10</u>	<u>OV-20</u>	<u>INTEGRALES</u>	<u>TOTAL</u>	<u>No. DE CIRCUITOS</u>
AURORA SUR	364	68	20	452	48
AURORA S.A, NORTE	726	--	104	830	68
AURORA S.A, SUR	372	--	114	486	42
AURORA ORIENTE 1a. sección	270	--	78	348	30
AURORA ORIENTE 2a. sección	454	--	113	567	46
AURORITA " A "	129	77	111	317	6
TOTAL	2315	145	540	3000	240

MATERIAL REEMPLAZADO DE ALUMBRADO PUBLICO EN LA COLONIA AURORA DE CIUDAD NEZAHUALCOYOTL EN LOS AÑOS — DE 1980 A 1987

MATERIAL	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Total
Bulbos	48	35	70	0	20	15	0	3	191
Cristales	3	18	36	0	0	0	0	0	57
Contactores	4	6	7	0	6	9	0	5	37
Reactores	8	9	22	0	8	3	0	2	52
Celdas	6	10	15	0	3	0	0	5	39
Bobinas	6	0	23	0	0	0	0	0	29
Interruptor termomagnético	1	3	3	0	0	0	0	0	7
Unidades Auto-balastradas	0	0	2	0	1	0	0	0	3

Se anexa un plano en el que se muestra la distribución de las colonias de Ciudad Nezahualcoyotl, con objeto de tener una idea de las zonas que la integran y en un momento dado poder dividir la cuantificación de lámparas y circuitos.

CAPITULO IV

LOCALIZACION Y REPARACION DE FALLAS.

- 4.1. Análisis de fallas.
- 4.2. Problemas, Causas y su mantenimiento correctivo.
- 4.3. Protecciones a Balastos.
- 4.4. Localización de fallas en circuitos aéreos de Alumbrado Público en Lámparas incandescentes.
 - a) Circuito Apagado
 - b) Circuito Parcialmente apagado
 - c) Circuito a media tensión
 - d) Circuito encendido de día
 - e) Circuito abierto en la línea con la bobina primaria de los reactores.
 - f) Circuito Subterráneo
- 4.5. Localización de fallas en Circuito Aéreos - de A.P. con lámparas de vapor de mercurio
- 4.6. Circuitos de A.P. en baja tensión.
- 4.7. Circuitos de A.P. en alta tensión.

4.1.- LOCALIZACION Y REPARACION DE FALLAS.

ANALISIS DE LAS FALLAS.— Para determinar las posibles causas de problemas en instalaciones con lámparas de descarga de alta intensidad, se debe de efectuar un análisis de las condiciones de operación. El mejor método para minimizar los problemas; es establecer un programa de mantenimiento preventivo. Pero desde luego no debe de esperarse que un mantenimiento preventivo elimine todas las causas de problemas que requieren acción correctiva. Por lo tanto esta guía de problemas resulta de importancia para los ingenieros en iluminación y personas de mantenimiento, ya que se familiarizarán con las indicaciones de problemas y se expondrán métodos que son usados para su solución.

Este capítulo tiene como objeto el servir como guía para determinar la posible causa o causas de un problema y sugerir los procedimientos de un mantenimiento correctivo. En el caso de que un gran porcentaje de lámparas falle de una nueva instalación, generalmente se deducirá que las condiciones de operación son la causa del problema. Por lo tanto se deberá revisar la instalación eléctrica, debido a que en sistemas de iluminación a base de lámparas de descarga de alta intensidad, es común el alto voltaje se recomienda que únicamente personas calificadas realicen mediciones eléctricas o efectuen medidas correctivas en las instalaciones, no sin antes tener en cuenta la precaución debida.

Los puntos siguientes deberan verificarse antes de que se efectúe cualquier reemplazo de lámparas en una instalación. A pesar de algunos pueden parecer obvios, se recomiendan comprobar todos los puntos con el propósito de evitar cambios y gastos innecesarios

1.- ¿El sistema de distribución de energía esta funcionando apropiadamente? ¿Se encuentra accionando el interruptor.

SI	NO
----	----

2.- ¿ Los interruptores permanecen cerrados, o en circuito proporciona energía a las luminarias cuando esta es aplicada?

SI	NO
----	----

3.- ¿ El control fotoeléctrico se encuentra en condiciones de trabajo?

SI	NO
----	----

4.- ¿ El voltaje de alimentación disponible es el apropiado para el balastro? ¿ Se encuentra dentro del 10% del voltaje nominal?

SI	NO
----	----

- 5.- ¿ En circuitos de varias fases se encuentra estas operando con sus introductores correspondientes y conectados apropiadamente ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 6.- ¿ El voltaje de alimentación y la frecuencia estan de acuerdo con los valores nominales del balastro ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 7.- ¿ Esta adecuadamente alambrado al balastro, el capacitor y el portalámparas ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 8.- ¿ Se encuentra la luminaria conectada a tierra apropiadamente ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 9.- ¿ Se encuentran los conectores y conexiones del portalámparas en buenas condiciones ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 10.- ¿ La lámpara es compatible con el balastro ? ¿ Se encuentra instalada una lámpara de vapor de mercurio en un balastro de mercurio apropiado ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 11.- ¿ Los watts nominales de la lámpara y el balastro son iguales ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 12.- ¿ La posición de operación de la lámpara esta de acuerdo con la posición específica de la lámpara ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 13.- ¿ El voltaje y la corriente disponible en el portalámparas son iguales a los valores especificados para la lámpara y el balastro ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 14.- ¿ El voltaje en el secundario del balastro es el requerido para el arranque de la lámpara a la temperatura ambiente ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|
- 15.- ¿ La emisión lumínica de la lámpara operada con el balastro de prueba es consistente y estable ?
- | | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|

4.2.- PROBLEMAS, CAUSAS Y SU MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

a) Problema.- Lámpara que no enciende.

Causa Posible.- Fin normal de la vida de las lámparas

Mantenimiento Correctivo.- El fin normal de la vida de las lámparas ocurre cuando los electrodos se han agotado, haciendo difícil o imposible la ionización y establecimiento del arco, impidiendo de esta forma el calentamiento para lograr la completa emisión lumínica, la elevación del voltaje en el tubo de arco debido a la -- desgasificación de contaminentes, también puede causar el fin normal de la vida de las lámparas. En relación con las curvas de ca ducidad de las lámparas que se muestran en la fig.22, algunas de las lámparas fallan antes de las horas de vida nominal y algunas las sobre pasan. Correlacionando el número de fallas, su tiempo de falla y su esperanza de vida, se puede determinar si el número de lámparas que sobreviven se encuentran dentro del rango esperado, el procedimiento más simple es probar la lámpara en la luminaria adyacente, que sabemos ha estado operando satisfactoriamente y entonces, reemplazarla si es necesario. Recordemos que en el balastro tipo serie, la lámpara adyacente se extinguirá si una de ellas se removiera.

Causa Posible.- Lámpara floja en el portalámparas inserción y colocación impropia.

Mantenimiento Correctivo.- Inspección de la base de la lámpara, para ver si existe alguna indicación de arqueo en el centro del botón. Apriétese la lámpara para colocarla firmemente. Si la base esta deformada y no se puede colocar apropiadamente, --- reemplaze la lámpara.

Causa Posible.- Control fotoeléctrico inoperante.

Mantenimiento Correctivo.- Reemplaze el control fotoeléctrico (compruébese cubriendo la fotocelda para impedir el paso de la luz y mientras se aplica energía a la luminaria).

Causa Posible.- Alambrado defectuoso o impropio.

Mantenimiento Correctivo.- Examine el alambrado para asegurarse de que está de acuerdo con el diagrama del balastro. Examine el alambrado de la línea de alimentación al balastro y del balastro al portalámparas, se establece continuidad. Asegurese de -- que las conexiones estén bien hechas. Un conductor de diámetro -- pequeño puede dar como resultado un bajo voltaje. Repare el circuito.

Causa Posible.— Voltaje bajo en la luminaria.

Mantenimiento Correctivo.— Verifique el voltaje de alimentación del balastro, para la mayoría de los balastros este valor debe de estar entre 10% del valor nominal. En muchos tipos del sistema de distribución al incrementar la carga a la demanda, decrece el voltaje disponible en el primario del balastro. Por lo tanto, en forma ideal, la revisión deberá de efectuarse con carga completa. Si el balastro cuenta con derivaciones, se deberá de seleccionar las derivaciones de acuerdo con el voltaje de alimentación medido en el balastro. Incrementése el voltaje de alimentación si es posible, o bien mueva la derivación a la siguiente posición.

Causa Posible.— Balastro impropio.

Mantenimiento Correctivo.— Un balastro apropiado es vital para tener una operación confiable. Cuanquier lámpara de descarga de alta intensidad, tendrá una operación errática o fallará al arrancar cuando se opere con un balastro inadecuado. Asegurése que las especificaciones del balastro estén de acuerdo con el voltaje de la línea y de lámpara. Frecuentemente un balastro inadecuado -- causará que la lámpara falle prematuramente.

Causa Posible.— Balastro defectuoso en corto circuito.

Mantenimiento Correctivo.— Un balastro en corto circuito causa generalmente la rotura en los sellos del tubo del arco, con un ennegrecimiento indicativo en el área del sellado. La condición de corto circuito puede presentarse a que los capacitores, los conductores de alimentación de la lámpara o las bobinas del balastro -- se encuentren en corto circuito.

Causa Posible.— Las lámparas han estado operando con in suficiente tiempo de enfriamiento (reencendido).

Mantenimiento Correctivo.— Toda lámpara de descarga de alta intensidad, requiere de un período para reestablecer las condiciones de arranque óptimas, cuando existe una introducción momentánea en la línea de alimentación, después de que las lámparas han estado operando. Las lámparas desnudas de vapor de mercurio y las lámparas de aditivos metálicos, requieren de 4 a 8 minutos para enfriarse, las lámparas de vapor de sodio de alta presión requieren para enfriarse aproximadamente 1 minuto antes del encendido en una luminaria, el tiempo de reencendido varía de acuerdo a la temperatura ambiente y las corrientes de aire existentes. El tiempo real para enfriarse y establecer las condiciones de arranque, puede llegar a ser hasta de 20 minutos, para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos en luminarias cerradas.

- Causa Posible.- Balastro: impropio para las condiciones de bajas temperaturas, el balastro no puede suministrar el suficiente voltaje de arranque a la lámpara. Por ejemplo: A-20⁰f, las especificaciones ANSI establecen que el 90% de las lámparas deben encender cuando el voltaje apropiado de la lámpara, se encuentra disponible. Un balastro tipo reactor para 240 volts, podría no arrancar satisfactoriamente una lámpara de vapor de mercurio a -20⁰f, el mismo problema puede existir a muy alta temperatura. Los balastos diseñados para interiores que se instalan en interiores, pero que se conectan a las lámparas que están instaladas en exteriores, podrían no arrancar la lámpara. No existe suficiente voltaje en el secundario. En forma similar, los balastos fabricados para exteriores, no se podrán usar en interiores, cuando la temperatura ambiente es alta. Compare las condiciones ambientales de la lámpara contra las características de funcionamiento publicadas (Boletín de información técnica de lámparas de vapor de mercurio para el uso en interiores y el catálogo de balastos fabricados para uso en exteriores).

Causa Posible.- Fin normal de la vida del balastro.

Mantenimiento Correctivo.- La apariencia del balastro nos puede dar un indicio de si el balastro está o no en condiciones de trabajo. Si el balastro está carbonizado, esto nos indica que a esta sujeto en calentamiento excesivo. Si los capacitores están deformados, también nos indica que existen problemas. Utilice un probador apropiado de continuidad, amperímetro y voltímetro. Frecuentemente el proceso de falla de un balastro empieza con la falla en el capacitor, con el consecuente bajo factor de potencia y alta corriente, produciéndose un sobrecalentamiento en los devanados del balastro que eventualmente producirá la falla en el mismo.

Causa Posible.- Ignitor defectuoso (lámparas de vapor de sodio de alta presión solamente)

Mantenimiento Correctivo.- Las lámparas de vapor de sodio de alta presión depende de un circuito eléctrico de arranque (ignitor) que provee el pulso de alto voltaje de la lámpara. Si el pulso no se genera o está abajo de las especificaciones, la lámpara fallará en el arranque. Si el ignitor proporciona valores abajo de los especificados inicialmente puede arrancar la lámpara, pero fallará en arranques subsecuentes, ya que el voltaje de arranque requerido por la lámpara puede incrementarse durante cortos períodos, mientras la lámpara se encuentra en su período de maduración. El voltaje de arranque será inferior al voltaje suministrado por el ignitor, si está abajo de los valores especificados.

Causa Posible. - Incompatibilidad del ignitor.

Mantenimiento Correctivo. - El diseño de los balastos e ignitores, requieren que los dos componentes sean compatibles para proveer el pulso de arranque del nivel apropiado. Un bajo pulso no arrancará la lámpara, un alto pulso causará una destrucción de los componentes del balastro o el circuito del ignitor.

Causa Posible. - Lámpara defectuosa, tubo del arco agrietado, electrólisis en el cátodo o en el conductor molibdeno, desvitrificación del cuarzo, diodo abierto, malas soldaduras, diodo o bimetálico en corto circuito, fuga de sodio.

Mantenimiento Correctivo. - Reemplace la lámpara. **NOTA:** El agrietado en el tubo de arco en las lámparas de vapor de mercurio, se puede determinar por el chispeo en la base con una bobina de alto voltaje (Tesla). El tubo de arco no encenderá. El corto circuito en el diodo se puede terminar usando un ohmetro. Las fugas de sodio en tubo de arco, se puede identificar por el chispeo en la base con una bobina de alto voltaje (Tesla), el tubo exterior brillará, el tubo del arco puede no brillar todos los demás defectos se pueden determinar por inspección visual de la lámpara.

b) Problema. - Corta vida de la lámpara.

Causa Posible. - La lámpara físicamente dañada. Bulbo exterior agrietado.

Mantenimiento Correctivo. - Investigue la posibilidad de daño del bulbo exterior por manejo de transportación que puede haber roto el vidrio. Si el aire entra en el bulbo exterior, el tubo de arco puede continuar trabajando aproximadamente 100hrs. antes de que se produzca la falla. Revise si el bulbo está roto donde se une a la base debido a la fuerte presión en el momento de colocarla en el portalámparas o si existen ralladuras producidas inadvertidamente por el portalámparas. Observe si el tubo de arco no está roto o existe alguna parte de metal desprendida. Reemplace la lámpara. El bulbo roto causará la oxidación de las partes metálicas. Las lámparas de vapor de sodio de alta presión, el depósito de material oscuro cerca del cuello del bulbo se volverá blanco o desaparecerá.

Causa Posible. - Balastro erróneo.

Mantenimiento Correctivo. - Asegurarse de que los datos del balastro estén de acuerdo con el voltaje de alimentación y la lámpara usada. La lámpara de vapor de mercurio de 1000 watts se fabrica en los tipos H34 (alta corriente) y la H36 (baja corriente). Si

el balastro para la lámpara H 34 se usara con la lámpara H 36 y viceversa, la vida de la lámpara se efectuará. Deberá de usarse el balastro adecuado a la lámpara. Una mala compaginación puede destruir el balastro.

- c) Problema.- Parpadeo de la lámpara, la lámpara se apaga. — (puede ser parpadeo intermitente o cíclico dando como resultado que la lámpara encienda y después se apague).

Causa Posible.— Balastro erróneo.

Mantenimiento Correctivo.— Con la lámpara de vapor de mercurio, un balastro inadecuado causará un parpadeo o una operación errática. Con lámparas de aditivos metálicos, el efecto se notará generalmente en el período de arranque cuando la lámpara enciende, empezando su período de calentamiento y extinguiéndose (cicleo). Los anteriores problemas pueden causarse por inadecuado voltaje y relación de corriente proporcionando por el balastro. Una discontinuidad en el alambrado puede causar el parpadeo. En cierta circunstancia una lámpara puede "cliclear". Usualmente después de tres intentos por arrancar a intervalos de 30-60 segundos, la lámpara se estabiliza y operará satisfactoriamente.

Causa Posible.— Alto voltaje de operación de la lámpara.

Mantenimiento Correctivo.— Mida el voltaje de operación de la lámpara. Compruebe el voltaje de circuito abierto del balastro. Reemplace cualquiera de los elementos según se requiera.

Causa Posible.— Voltaje variable.

Mantenimiento Correctivo.— Los motores de gran capacidad o máquinas de soldar conectadas a la línea, puede causar parpadeo durante la operación. Se recomienda cambiar el sistema de alumbrado, circuito que alimenta tales máquinas. Conectar reguladores de voltaje. Asegúrese de que no existan malos contactos o malas conexiones. Usar balastros de watts constantes que frecuentemente eliminan el problema.

Causa Posible.— Alta descarga de la lámpara.

Mantenimiento Correctivo.— El funcionamiento químico de una lámpara defectuosa algunas veces causa que la lámpara demande mayor voltaje del que el balastro puede suministrar, dando como resultado que la lámpara se extinga. La lámpara al enfriarse esta sujeta a que el ciclo se repita. Reemplace la lámpara.

Causa Posible.- Alta descarga en el balastro.

Mantenimiento Correctivo.- El balastro puede proporcionar en el secundario un pico de voltaje de reignición, el cual causa que la lámpara ciclee. Compruebe el osciloscopio, reemplace el balastro cuando se requiera. Generalmente este problema se presenta con lámparas metalero swingline.

Causa Posible.- Cicléo en lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Mantenimiento Correctivo.- Debido que las lámparas de vapor de sodio de alta presión, se encienden por lo general largos períodos de tiempo, su voltaje de operación tiende a incrementarse. Este voltaje puede llegar a valores donde el balastro no puede sostener la lámpara cuando esto sucede, la lámpara mostrará características de cicléo de encendiéndose y apagándose. Lo anterior nos indica el fin de la vida normal de la lámpara, reemplace la lámpara después de verificar el voltaje del circuito abierto del balastro, con el voltaje de operación de la lámpara a su voltaje normal.

d) Problema.- Lámparas que arranca lentamente (el arco por primera vez.)

Causa Posible.- Arranque dificultoso.

Mantenimiento Correctivo.- Una lámpara de arranque dificultoso, es aquella que no arranca rápidamente. Esta podrá tratar de encender por largos períodos destruyendo los cátodos. Se deberá reemplazar después de haber revisado el voltaje y el balastro.

e) Problema.- Fusible fundido o corto circuito abierto durante el período de arranque de la lámpara.

Causa Posible.- Sobrecarga en el circuito.

Mantenimiento Correctivo.- Realambra para alojar el otro circuito de la corriente de arranque del balastro (seleccionar la capacidad del fusible, valores fuera del valor nominal y tipo).

Causa Posible.- Alta corriente transitoria.

Mantenimiento Correctivo.- Puede ser causada por balastos tipo reactor o autotransformador, los cuales consumen altas corrientes iniciales. Use dispositivos protectores en el circuito incorporado elementos de acción retardada. Si estos elementos fallan, cambie el balastro ya que sus características afectan la vida de la lámpara.

f) Problema.- La lámpara produce reducida emisión lumínica.

Causa Posible.- Depreciación normal del flujo luminoso a través de sus horas de vida.

Mantenimiento Correctivo.- Refiérase a las características de mantenimiento publicados en boletines técnicos comparando la producción lumínica y las horas de encendido. Si la depreciación está dentro de los valores nominales publicados, reemplaze la lámpara, y si no es el caso, investigue otras áreas.

Causa Posible.- Balastro incorrecto.

Mantenimiento Correctivo.- Compruebe que los valores nominales del balastro mostrados en la placa coincidan con los valores nominales de la lámpara.

Causa Posible.- Voltaje incorrecto.

Mantenimiento Correctivo.- Compruebe que el voltaje de alimentación del balastro y el voltaje seleccionado en la derivación del mismo coincidan. Si el balastro no cuenta con derivaciones, compruebe el rango del voltaje de alimentación al balastro, revise las conexiones. Revise el contacto en el portalámparas.

Causa Posible.- Valores de salida del balastro incorrecto.

Mantenimiento Correctivo.- Compruebe los parámetros proporcionados por el balastro, asegurándose que cumplan con los requerimientos de la lámpara. Si el voltaje y la corriente no se estabilizan en 5 ó 10 minutos; tiempo de calentamiento los parámetros proporcionados por el balastro son correctos y se deberá efectuar el ajuste. Compruebe si el alumbrado al capacitor es correcto.

Causa Posible.- Acumulación de polvo.

Mantenimiento Correctivo.- Efectúe limpieza de lámparas iluminarias. Establezca un programa de mantenimiento.

g) Problema.- El tubo de arco se ennegrece o se deforma al inicio de las horas de vida. El tubo de arco puede mostrar indicios de corto circuito.

Causa Posible.- Operación a sobrecarga.

Mantenimiento Correctivo.- Compruebe la posibilidad de que la lámpara este operando con un balastro diseñado para una lámpara de mayor potencia. Una operación con sobrecarga puede causar ennegrecimiento prematuro. Compare los datos del balastro con los de la lámpara.

Causa Posible. - Excesiva corriente o voltaje. Capacitor (res) en corto circuito.

Mantenimiento Correctivo. - Compruebe el voltaje del balastro. Verifique la posibilidad o existencia de un exceso de corriente o voltaje, el cual puede dañar el tubo de arco en los sellos del mismo o bien destruir los listones de conexión en el interior de la lámpara. Compruebe si no existe un cortocircuito en el capacitor y en tal caso reemplace el balastro.

Causa Posible. - Problema del reflector

Mantenimiento Correctivo. - El reflector puede concentrar energía en el tubo de arco causando un sobrecalentamiento. Si existe la sospecha, la luminaria, deberá analizarse en un laboratorio.

Causa Posible. - Operación a brillo parcial.

Mantenimiento Correctivo. - Sobre ciertas condiciones de operación de la lámpara y/o balastro, la lámpara operará a una descarga parcial (resplandor azul tenue) condición que causará el ennegrecimiento del tubo del arco y corta vida. Reemplace la lámpara y verifique el balastro.

h) Problema. - Lámpara rota.

Causa Posible. - Ralladuras en el vidrio del bulbo.

Mantenimiento Correctivo. - Posible falta de cuidado en el manejo de la luminaria. En caso de utilizarse una herramienta para el cambio de la lámpara; verifique el diámetro máximo para determinar si está no está causando ralladuras en el bulbo. Asegurese de que el cuello del bulbo no haga contacto con el portalámparas.

Causa Posible. - Colocación inadecuada.

Mantenimiento Correctivo. - Coloque la lámpara hasta haber un contacto firme, no force demasiado la lámpara.

i) Problema. - Diferencia de color de lámpara.

Causa Posible. - Mantenimiento Normal.

Mantenimiento Correctivo. - Al envejecerse la lámpara existe un decremento normal en la emisión lumínica y en la brillantez, pero puede ocurrir adicionalmente un ligero cambio de color. Un sistema de mantenimiento con reemplazo puede mostrar diferencias notables en el color de las lámparas. Un sistema de mantenimiento de remplazo correctivo, minimizará este problema.

Causa Posible.- Color de la lámpara errónea.

Mantenimiento Correctivo.- Compruebe los datos de las lámparas que parecen diferentes. Recemplace la lámpara por el color correcto.

Causa Posible.- Rango de tolerancia de manufactura.

Mantenimiento Correctivo.- Todo proceso de manufactura requiere de tolerancias para la fabricación. Las ligeras diferencias en los colores de las lámparas, pueden ser causados por la variación en las cantidades de material en el tubo de arco. Lo anterior es particularmente notable en lámparas de aditivos metálicos, las cuales dependen para producir vidrios metálicos. Las variaciones en el color del fósforo, estén en relación con la composición del fósforo y el espesor del depósito. Usualmente las variaciones de color que ocurren dentro de esos rangos, se detectan solamente cuando se tiene profundo conocimiento. Si las variaciones son notables, habrá que consultar al proveedor de las lámparas. Adicional el color se afecta por las variaciones de carga. Los watts proporcionados a las lámparas de descarga de alta intensidad pueden variar en más o menos 7.5% de acuerdo con las especificaciones ANSI. La intercambiabilidad de las lámparas pueden minimizar la diferente apariencia en colores.

Causa Posible.- Variación en luminarias.

Mantenimiento Correctivo.- Las variaciones en la superficie o acabado de los reflectores y/o lentes, pueden causar diferencia en color. Intercambie la lámpara para verificar la posible diferencia en luminarias. El polvo en la superficie de la luminaria pueden crear diferencia en el color, de aquí la importancia de un mantenimiento adecuado.

Causa Posible.- Variaciones en el ambiente.

Mantenimiento Correctivo.- En común con las variaciones en las luminarias. Diferentes colores de techos, pisos y muebles, así como, otras fuentes de iluminación en la área pueden afectar la apariencia del color de la lámpara.

Causa Posible.- Lámparas super metalarc en portalámparas incorrectas.

Mantenimiento Correctivo.- Las lámparas super metalarc horizontal, cuentan con una base y un portalámparas especial que asegura la orientación apropiado del tubo de arco. Si la orientación del tubo de arco no es la correcta, la lámpara emitirá menos luz y la lámpara fallará rápidamente.

4.3.- PROTECCION PARA LOS BALASTROS DE VAPOR DE MERCURIO.-

Es recomendable el proteger en forma individual cada balastro de vapor de mercurio, el propósito de esta protección contra sobrecorrientes es el dejar fuera de la operación el balastro dañado, antes de que actúe la protección del circuito. En esta forma solamente quedará fuera la luminaria con el problema y no todas las luminarias conectadas en el circuito. La protección individual facilita la identificación de la luminaria que ha fallado, ya que de otra forma se dificultaría la localización de la falla.

Para la protección de los balastros se recomienda el uso de fusibles de acción retardada, ya que soporta altas corrientes durante cortos períodos, estos tipos de fusibles soportan las altas corrientes debido a la inestabilidad de la corriente de la lámpara durante el arranque, y su funcionamiento sin abrirse, por lo tanto los fusibles de acción retardada minimizan los problemas de falla de fusibles.

Los fusibles de acción retardada no deberán usarse en ambientes de alta temperatura, ya que estos son sensibles a la temperatura. Para determinar la capacidad del fusible de acción retardada a usarse en circuitos con balastros tipo carga constante en adelante a autotransformadores de carga constante.

Advertencia.- La lámpara de vapor de mercurio debe usarse solamente en luminarias con circuitos equipados apropiadamente. La operación con equipo incompatible puede causar la destrucción de la lámpara, pudiendo producir daños físicos a personas o al equipo.

A pesar de que la lámpara de vapor de mercurio de base media puede usarse en portalámparas ordinarias (base media) nunca deberán instalarse en tales portalámparas sin el balastro adecuado, requerido para la operación de lámparas de vapor de mercurio.

Se recomienda desconectar el circuito en caso de quitar o colocar una lámpara.

Si el bulbo exterior se rompe, deberá desconectarse inmediatamente el circuito de la lámpara, para evitar la exposición a la energía ultravioleta, la cual puede ser dañina a los ojos y a la piel.

No deberá de someterse el bulbo a ninguna presión, debido a que puede causar su rotura.

A pesar de que el bulbo exterior se fabrica de vidrio resistente a la intemperie, se requiere de una protección extrema para la lámpara, con objeto de minimizar el riesgo de rotura y evitar el contacto con el agua durante su funcionamiento.

INSTRUCCIONES DE OPERACION.- La lámpara debe usarse con equipo auxiliar específicamente diseñado para proporcionar los valores eléctricos, térmicos y físicos conforme a las especificaciones establecidas para cada tipo de lámpara de vapor de mercurio.

Aunque el bulbo exterior de esta lámpara, esta fabricada de vidrio resistent a la intemperie que resiste choques térmicos, causados por fluctuaciones de humedad, es posible que la humedad destruya o haga explotar el bulbo.

El bulbo exterior deberá quedar aislado eléctricamente de cualquier soporte metálico, con el fin de evitar la descomposición del vidrio.

La lámpara deberá de colocarse firmemente en el portalámparas, pero sin usar demasiada fuerza al colocar la lámpara en el portalámparas, deberá de tomarla por la parte más estrecha en el lugar de por el diámetro más ancho para evitar dañarla.

4.4.- LOCALIZACION DE FALLAS EN CIRCUITOS AEREOS DE ALUMBRADO PUBLICO CON LAMPARAS INCANDESCENTES.- A continuación, se mencionarán algunas de las fallas que más frecuentemente se presentan en los circuitos de alumbrado público.

Es pertinente señalar que la localización de estas fallas siempre deberán efectuarse sin estar energizado el circuito y utilizando el equipo de seguridad descrito a continuación:

- a) casco
- b) Guantes para alta tensión
- c) Lentes contra flamas
- d) Cinturón
- e) Bandoia
- f) Zapatos Aislantes
- g) Ropa de Trabajo
- h) Pertiga Aislante (bastón)
- i) Pertiga de Neón
- j) Sist. de Tierra de Protección
- k) Bastón Rompe - Arco (Loadbuster)

A) CIRCUITO APAGADO.

- A.1.- Por falta de potencial en el troncal de alimentación (23K.V.). Esto se verificará probando con la pertiga de neón, en caso de no existir potencial en el troncal se solicitará en la oficina correspondiente (operación ciudad de la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S. A.) su reconexión.
- A.2.- Por no existir potencial en el troncal de baja tensión (220 volts). Esto se verificará con el voltmetro o la lámpara de prueba, efectuando dicha prueba directamente a las líneas de baja tensión.
- A.3.- Rotura del conductor de fase de baja tensión que alimenta la fotocelda.
Conectando una terminal de la lámpara de prueba (125 volts) a la entrada de la fotocelda o sea por el conductor de color negro. Y la otra terminal al neutro. En caso de que la lámpara no encienda eso indica que ese conductor no es continuo y se cambiará.
- A.4.- Fotocelda o base defectuosa.
Si se conecta una terminal de la lámpara de prueba a la salida de la fotocelda, o sea en el conductor del control (de color rojo) y la otra al neutro, en seguida se tapa la ventana de la fotocelda (si es de día) si la lámpara no enciende, eso indicará que la fotocelda esta defectuosa o su base, procediéndose a su cambio.
- A.5.- Abertura del conductor de control.
Si al efectuar la prueba anterior la lámpara enciende, es decir, que la fotocelda envía corriente por el conductor de control (color rojo), y conectando la lámpara de prueba a los bordes de alimentación de la bobina del interruptor a P66, — esta no enciende, se ha comprobado que el conductor de control esta roto y se reemplazará.
- A.6.- Conductor Neutro que alimenta la bobina del interruptor, abierto.
Si en los bornes de conexión de la bobina se conecta la lámpara de prueba y esta no enciende, se desconectará la bobina y alimentando la misma con otras terminales independientes a una tensión de 125 volts, si la bobina energiza, se ha comprobado que el conductor neutro que alimentaba a la bobina — estaba abierto, el cual se reemplazará.

- A.7.- Bobina abierta del interruptor A.P. 66.
Si se aplica a los bornes de conexión de esta bobina su tensión nominal (125 volts.) y esta no opera, esto indica que su devanado esta abierto, procediéndose a su reposición.
- A.8.- Contactos averiados del interruptor A.P. 66.
Esto se comprobará si se acciona la palanca del interruptor hacia la posición "Fuera" desconectando los fusibles de alta tensión los conductores que conectan al interruptor con los portafusibles, para proceder a desconectar los conductores que interconectan al interruptor con el transformador de corriente, alimentar con una tensión de 125 volts. a la entrada del interruptor y conectando a su salida un voltmetro o una lámpara de prueba, comprobando así continuidad a través de los contactos principales del interruptor AP - 66 si la prueba no es satisfactoria después de accionar la palanca del interruptor hacia la posición de "cerrado" se reemplazará dicho interruptor.
- A.9.- Rotura (s) de conexión (es) que unen el interruptor AP 66 al transformador de corriente constante.
Ya reparados los contactos del interruptor AP 66, con la misma prueba de continuidad antes descrita, se conectará el voltmetro o la lámpara de prueba en los bornes del primario del transformador de corriente constante, si la lámpara no enciende o el Voltmetro no indica ninguna lectura, eso indicará que cualquiera de estos dos conductores esta roto y se procederá a su cambio.
- A.10.- Abertura de la bobina primaria del transformador de corriente constante.
Esto se verificará, si se alimenta por una terminal de esta bobina, un conductor de fase de baja tensión y en la otra terminal de la misma bobina se conectara un borne de conexión del voltmetro (o lámpara de prueba) y en el otro o neutro, si la prueba no es satisfactoria esta bobina está abierta y se deberá reemplazar dicho transformador.
- A.11.- Bobina secundaria abierta del transformador de corriente constante.
Se efectuará exactamente la misma prueba en esta bobina, que en la primaria si tampoco la prueba es satisfactoria, se reemplazará el tranformador.
- A.12.- Por cruzamiento en el circuito, antes de la primera lámpara .
Este cruzamiento se localizará haciendo un recorrido del circuito desde la salida del transformador a la primera lám

para, procediendo a retirarlo con las debidas precauciones y utilizando el equipo de seguridad adecuado.

A.13.- Abertura del circuito.

Si desconectamos los conductores que alimentan el circuito del transformador de corriente constante y se alimenta con una fase de baja tensión a un conductor del circuito y por el otro conductor se recibirá su regreso de corriente con la lámpara se prueba conectada al neutro, esto se estará probando continuidad, sin desconectar el conductor de fase se irá probando el circuito hasta donde encienda la lámpara de este punto a donde no enciende se encuentra la abertura que puede ser: línea abierta, rotura de conexiones dentro del portalámparas, o por colocar materiales aislantes en lugar de discos cortadores (cartón o madera).

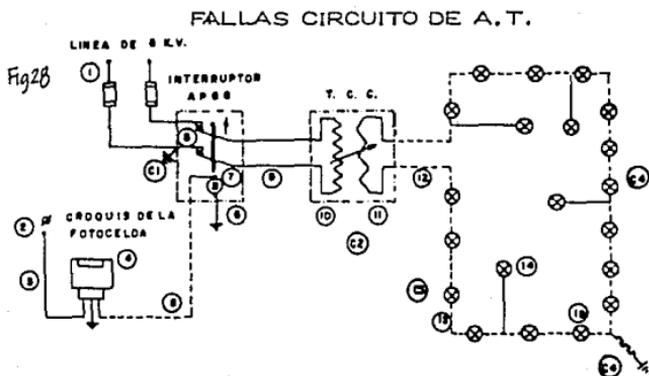
A.14.- Por falta de discos cortadores de A.P.

Esto se verificará quitando una lámpara o varias de ellas y comprobando la ausencia de estos discos, esto sucede cuando personal nuevo se dedica a reponer lámparas fundidas, sin colocar los discos, por lo tanto, el circuito permanece apagado de inmediato se instalarán.

A.15.- Lámparas fundidas.

Esto ocurre cuando hay cruzamiento de las líneas de alta tensión con los hilos del circuito. Las lámparas fundidas son claramente visibles ya que sus filamentos se pueden apreciar en el fondo del globo del foco, procediendo a reemplazarlas.

En el diagrama No. 28 se enumeran las fallas anteriormente descritas:



B) CIRCUITO PARCIALMENTE APAGADO

Se han analizado las fallas del circuito incandescente de alta tensión cuando esta "apagado" se trata de un circuito del mismo tipo cuando esta parcialmente apagado.

- B.1.- Por existir dos "tierras efectivas" en el circuito ,
 En este caso, solamente existen esta falla y es fácil su localización recorriendo el circuito y anotando de que número de lámparas empieza lo apagado y hasta que número de lámpara termina, efectuando las anotaciones anteriores y utilizando los guantes para la alta tensión se desconectará el circuito operando el interruptor A.P. 66 en la posición hacia "fuera" y desconectando los fusibles para alta tensión, se procederá a colocar el sistema de tierras de protección lo más próximo posible a el área de trabajo, esto se efectúa con el propósito de proteger a los operarios en caso de que llegara a existir un cruzamiento con otras líneas ajenas al circuito. Se retiran las "tierras efectivas", desconectando en seguida el sistema de tierras de protección para normalizar el circuito, conectando primeramente los fusibles para alta tensión y colocando la palanca del interruptor AP 66 en la posición de "automático".

El diagrama No. 29 indica la falla anteriormente descrita:

DIAGRAMA DE UN CIRCUITO ABIERTO

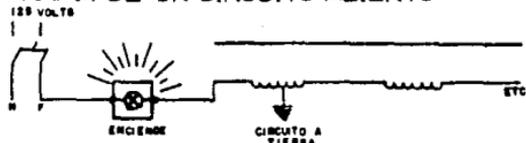
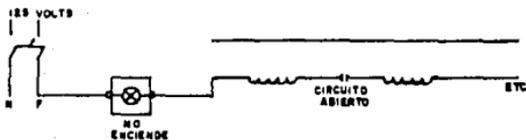


Fig. 29



C) CIRCUITO A MEDIA TENSION.

- C.1.- Por falsa tierra es el tanque del interruptor AP 66 .
 Si se encuentra que un fusible esta caído (fundido), de inmediato se desconectará el circuito, no olvidar que el operario esté debidamente protegido con guantes para alta tensión y demás accesorios de seguridad, primeramente operando la palanca del interruptor hacia la posición "fuera" o "abierto" y desconectando el otro fusible con el bastón aislante (pértiga) para alta tensión se hará la prueba acostumbrada al interruptor AP 66, es decir, alimentado a su entrada una tensión de 125 volts y conectando el voltmetro a la lámpara de prueba en su salida, conectando después una terminal de el voltmetro o de la lámpara al neutro y la otra al tanque del interruptor, si el voltmetro indica una lectura o la lámpara enciende se ha comprobado que una fase de alta tensión estaba haciendo contacto con el tanque del interruptor, el cual se cambiará.
- C.2.- Por cruzamiento en las espiras de la bobina secundaria del transformador de corriente constante .
 Desenergizándose el circuito en la forma acostumbrada y efectuando la prueba de continuidad de la bobina secundaria del transformador alimentando por una terminal de la bobina una fase de baja tensión y por la otra se recibirá su regreso de corriente con una terminal de la lámpara que prueba y la terminal restante de la lámpara se conectará al neutro, en la práctica se descubrirá esta falla por la mayor luminosidad de la lámpara, ya que existe menos resistencia en la bobina cruzada, por lo tanto el transformador se cambiará.
- C.3.- Por sobrecarga en el circuito.
 Esta falla se comprobará efectuando el conteo de las lámparas instaladas en el circuito y calculando el número de lámparas aplicando la fórmula anteriormente descrita, procediéndose a retirar las lámparas excedentes. Pero si esto no es posible se reemplazará el transformador por otro de mayor intensidad
- C.4.- Por lámparas de mayor intensidad .
 Si en un circuito con lámparas incandescentes para 6.6 amperes, se instalan por descuido lámparas de 20 amperes se ocasiona por lo tanto que el circuito permanezca a media tensión y en este caso habrá que verificar lámpara por lámpara y retirar las de mayor intensidad de corriente.

C. 5.- Por existir en el circuito dos tierras, una falsa y otra efectiva.

Quando esto sucede, el circuito permanece a media tensión - por la alta resistencia ocasionada por la falsa tierra y tanto ésta, como la tierra efectiva se podrán localizar, solamente efectuado un recorrido minucioso en el circuito, y estas tierras casi por lo regular son visibles. Como falsas tierras se pueden presentar: cruzamiento del hilo del circuito con hilos telefónicos, ramas de árboles, etc.

Ver f29

D) CIRCUITO ENCENDIDO DE DÍA.

Cuando el circuito permanece encendido de día será por razones que a continuación se mencionarán.

D.1.- Por fotocelda defectuosa.

Cuando los contactos del pequeño revelador que contiene la fotocelda se soldan por un corto circuito, la fotocelda enviará control ininterrumpido a la bobina del interruptor AP 66 y esta se verificará con la lámpara de prueba conectándola a la salida de la fotocelda o sea en el conductor de control (color rojo) una terminal y la otra al neutro, si es de día y enciende la lámpara, está comprobado que la fotocelda está defectuosa ya que envía señales durante el día y esta se reemplazará.

D.2.- Por interruptor AP 66 averiado.

Cuando el nivel de aceite del interruptor bajado a tal grado que los contactos del mismo no son bañados por el aceite dieléctrico, y los contactos principales del interruptor se cierran se produce un arco eléctrico entre ellos ocasionando que estos se fundan, (soldándose) permaneciendo en esta posición, cuando esto ocurre el circuito permanecerá encendido día y noche. Esto lo comprobaremos si ayudándonos con los guantes para alta tensión, tratamos de operar la palanca del interruptor en la posición " fuera " o " abierto " y se notará que dicha palanca no opera (como que se ha atorado) de inmediato y con las precauciones debidas, se reemplazará el interruptor, utilizando el bastón rompe-arcos (loadbuster) para desconectar los fusibles para la alta tensión.

D.3.- Localización de fallas en circuito de alambrado público con lámparas de vapor de mercurio, cuando el circuito está apagado.

A continuación se mencionarán las fallas más frecuentes que ocurren en este tipo de circuito, omitiendo las relativas a fotoceldas, interruptores y transformadores de corriente constante, que también son válidas para este caso, pero que ya se mencionaron anteriormente en el inciso No. 7

Concretamente los desperfectos a tratar corresponden sólo a aberturas de los conductores del circuito y fallas de los reactores.

E) CIRCUITO ABIERTO EN LA LINEA O EN LAS BOBINAS — PRIMARIAS DE LOS REACTORES.

Para localizar estos desperfectos se recomienda seguir los siguientes pasos:

De acuerdo con el operador de las redes de distribución, y utilizando guantes de alta tensión, lentes contra flamazos, casco y ropa de trabajo con las mangas de camisa abotonadas, realizar las siguientes maniobras:

- 1.- Operar la planca del interruptor AP 66 hacia la posición de abierto, para desenergizar el circuito, debiendo quedar colocada una tarjeta que indique equipo en la licencia.
- 2.- Desconectar los fusibles de alta tensión, por medio de una pértiga cuidando de retirar los fusibles.
- 3.- Comprobar ausencia de tensión en el circuito con la pértiga de neón, ya que podría existir la posibilidad de un cruzamiento con líneas ajenas al circuito.
- 4.- En caso de resultar positiva la prueba anterior, se deberá de localizar el cruzamiento y de acuerdo con el operador de redes de distribución reparar el desperfecto.
- 5.- Si el circuito se ha comprobado que está desenergizado, - sustituir los guantes de alta tensión por los de baja tensión y por medio de una lámpara incandescente para 125 volts - se prueba la continuidad del circuito a través de la línea y de los reactores en caso de que el circuito esté abierto o a tierra.
- 6.- Una vez localizado y reparado el desperfecto, se notificará al operador de redes de distribución y de acuerdo con él, - se normalizará el circuito dejándolo en las condiciones que indique el propio operador.

F) CIRCUITO SUBTERRANEO.

Los desperfectos de operación anteriormente enunciados del circuito aéreo, alimentado con alta tensión y con lámpara de vapor de mercurio son semejantes para un circuito del tipo subterráneo, - excluyendo la falla referida a cruzamiento con otras líneas ajenas - al circuito no podría ocurrir por sus instalaciones del tipo subterráneo.

4.5.- LOCALIZACION DE FALLAS EN CIRCUITOS AEREOS DE ALUMBRADO PUBLICO EN LAMPARAS DE VAPOR DE -- MERCURIO.

Es pertinente señalar que la localización de estas fallas siempre deberá hacerse sin estar energizado el circuito.

- 1.- Por fallas de potencia en el troncal de alimentación, por principio se verificará que existe potencial normal en el troncal que alimenta el circuito y esto se comprobará ya se por medio de probar directamente a la línea con un voltmetro o una lámpara.
- 2.- Abertura de hilo de alimentación de la fotocelda. Comprobando lo anterior, se verificará a través del hilo de color negro existe continuidad para alimentar la fotocelda, se sabrá probando por un voltmetro o lámpara directamente a los bornes de la fotocelda.
- 3.- Fotocelda defectuosa.
Si la prueba se realiza durante el día, se procederá a tapar la ventana de la fotocelda y sino se energizará el conductor del color rojo (utilizado para control) la fotocelda o su base están defectuosos y se reemplazarán.
En caso de realizarse la prueba durante la noche, se efectuará la misma prueba sin tapar la ventana de la fotocelda.
- 4.- Abertura del conductor de control.
En caso de reemplazar la fotocelda, la base o ambas debe tener en cuenta que el conductor del control (color rojo) envía corriente a la bobina del interruptor APB 30 y es necesario por lo tanto comprobar también por medio del voltmetro o la lámpara que existe presencia de potencial en los bornes de dicha bobina. Si no existiera potencial alguno, esto indicará que el conductor de control se encuentra abierto, procediéndose a reemplazarlo.
- 5.- Bobina abierta o quemada del interruptor APB 30.
Si al aplicar la tensión nominal a los bornes de la bobina ya sea 125 ó 220 volts. según sea el caso y esta no opere lógicamente que su arrollamiento se encontrará abierto y por lo tanto será necesario reemplazar la bobina o el interruptor completo.
Una bobina quemada se aprecia a simple vista por lo tanto no será necesario aplicarle potencial alguno, procediéndose a reemplazarla.
- 6.- Rotura del conductor neutro de la bobina.
Si al aplicar la tensión nominal de la bobina y esta no opera se procederá a probar con el voltmetro o la lámpara en los bornes de dicha bobina la existencia de potencial, en caso de no existir se deducirá que el conductor no conecta un borne de la bobina a la tierra se encuentra abierto; por lo tanto

to, será necesario reemplazarlo.

- 7.- Rotura de un conductor de fase, de los dos que alimentan al interruptor APB 30.

Ya sea por medio de un voltmetro, la lámpara para 220 -- volts o dos lámparas en serie de 110 volts cada una, se -- comprobará si existe presencia de potencial en la llegada del interruptor termomagnético, en caso de no ser así, -- uno o los dos conductores se encontrará (n) abierto (s), -- para poder localizar donde se encuentra el desperfecto, se probarán uno a uno los dos conductores en prueba a 125 volts. es decir colocándo uno de los bornes del voltmetro o -- lámpara a la llegada de un conductor de fase y el otro borne a tierra. Al localizar el conductor abierto se procederá a reemplazarlo.

- 8.- Interruptor térmico.

Si la bobina del interruptor se encuentra energizada y los -- contactos del mismo están cerrados, pero no existe presen -- cia de potencial entre los elementos térmicos y los con -- tactos, indudablemente que el desperfecto se encuentra en -- los elementos térmicos y los contactos, comprobada así es -- ta falla, se procederá a reemplazar dichos elementos.

- 9.- Contactos defectuosos del interruptor APB 30.

También para este caso, una vez que la bobina se encuentra -- energizada, se deberá de comprobar la presencia de poten -- cial en ambos lados de los contactos del interruptor, de no -- existir potencial en los lados de los contactos que alimentan -- el circuito, se habrá comprobado que no existe continuidad a -- través de ellos, es decir que se encuentran defectuosos y -- por lo tanto será necesario reemplazarlo.

- 10.- Rotura del hilo del circuito antes de la primera lámpara.

Si existe potencial a la salida del interruptor, se probará -- la presencia del mismo en la alimentación del reactor de la -- primera lámpara, esta prueba deberá realizarse a 125 volts -- lts, es decir, entre cada una de las fases del circuito y tie -- rra, al realizarse no habrá presencia potencial y se proce -- derá a reemplazar el o los circuitos abiertos.

- 11.- Reactores quemados.

Esto sucede cuando hay cruzamiento de una línea de alta ten -- sión con los hilos de circuito de alumbrado público y esto -- se observa porque los reactores se " inflan ", por lo tanto, -- será necesario reemplazarlos, no olvidando de tomar las -- precauciones necesarias y de utilizar el equipo de seguridad -- adecuado.

- 12.- Lámparas Fundidas.

Ocurre esto también por lo anterior, (falla 11) y se proce -- derá al cambio de las mismas.

13.- Por cruzamiento de las líneas del circuito.

Esto lo manifiesta el interruptor térmico al desconectarse o botarse, si al restablecer el interruptor térmico, opera de inmediato botándose, eso indicará que existe un cruzamiento en los conductores del circuito.

Tanto en los circuitos aéreos como subterráneos, puede ocurrir este tipo de fallas, salvo las marcadas como No. 12 y No. 13 que no es posible que se presenten en los circuitos de tipo subterráneo.

Desde luego que en un circuito de alumbrado público, puede presentarse una o más fallas simultáneamente de las descritas con anterioridad, por lo tanto es recomendable que en la práctica se lleve un control por escrito de las pruebas realizadas, para facilitar la localización del o los desperfectos que se presenten.

4.6.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO EN BAJA TENSION

Los circuitos de alumbrado público alimentados con baja tensión se emplean para iluminar extensiones reducidas de terreno.

La constitución de un circuito de este tipo esta formado por el siguiente equipo:

- Fococelda o Reloj A . P.
- Relevadores: APB 6, APB 7 ó APB 8
- Interruptor APB 30
- Circuito de Conductores
- Grupo de luminarias o arbotantes.

1.- TIPO DE CIRCUITOS

- a) Aéreo
- b) Subterráneo

a) Circuito aéreo.- En este tipo de circuito, el equipo y conductores se fija directamente sobre los postes de concreto o hierro que se encuentran normalmente instalados sobre las calles o avenidas de la ciudad. La alimentación del circuito se efectúa instalando una troncal con dos conductores desnudos, instalando también sobre la postera. La conexión de reactores y/o lámparas hacia el troncal, se efectúa por medio de conductores forrados con aislante

miento del tipo T.W. en derivación o paralelo.

Ventajas.- La principal ventaja de este circuito es que tiene un reducido costo de instalación en vista de que se aprovechan instalaciones ya existentes para otros fines; y además el costo de mantenimiento también resulta bajo, ya que la localización de las fallas se facilita bastante el estar el circuito visible.

Desventajas.- Como es lógico al tratarse de una instalación de líneas aéreas, estas están expuestas a sufrir con más frecuencia, disturbios causados por:

- Choques de vehículos contra los postes.
- Derrumbe de postes y líneas por temblores.
- Cruzamiento de las líneas por vientos fuertes.
- Cruzamiento de otras líneas ajenas al circuito.
- Caída de ramas de árboles, etc.

b) Circuito Subterráneo.- Para este tipo de circuito se emplea exclusivamente arbotantes y la instalación de el troncal que alimentará las lámparas que lleva a través de ductos de asbesto, cemento y todos los conductores que intervienen están protegidos con aislamiento del tipo PVC, así mismo, la conexión de los reactores al troncal, se hacen en paralelo.

Ventajas.- La principal ventaja de este circuito, es que brinda una gran continuidad en el servicio, al no afectarle mayormente los fenómenos meteorológicos y sísmicos, así como la de presentar en las principales avenidas, calles, viaductos, aeropuertos, jardines, etc., un buen aspecto estético.

Desventajas.- Su gran desventaja es su alto costo de instalación en vista de que hay que realizar las obras civiles, para la construcción de registro y colocación de ductos y cruceros, labor que frecuentemente se dificulta, al tener que librar instalaciones existentes de agua potable, drenaje, cables subterráneos de energía eléctrica y comunicación.

Otra gran desventaja, es que si bien es cierto que las fallas en los conductores son esporádicas, también estas presentan una mayor dificultad para su localización.

Cuando se emplean circuitos subterráneos, las lámparas utilizadas son del tipo de vapor de mercurio (arbotantes). Desde luego que el equipo para utilizarse al estar bajo el nivel del piso deberá ser del tipo sumergible, esto quiere decir, que deberá ser capaz de trabajar aún cuando la bóveda se encuentre inundada. Como se utilizan lámparas de vapor de mercurio, es necesario alimentarlos a través de reactores, los cuales se encuentran conectados en serie en el circuito.

Cuando ocurre un desperfecto en cualquier lámpara, el resto del circuito sigue trabajando normalmente, ya que la continuidad del circuito se logra a través de los reactores. Si la falla se presenta en la bobina primaria de un reactor, el circuito serie se abrirá y por lo tanto, se causará la interrupción general del circuito.

Ventajas. - Aparte del buen aspecto estético que presenta este tipo de circuito, proporciona una máxima confiabilidad en su operación, ya que las fallas son muy esporádicas.

Desventajas. - Inicialmente se presenta su elevado costo de instalación al tener que utilizar equipo especial, como lo es el sumergible.

Otra desventaja, es su costo de mantenimiento para el equipo sumergible; ya que debe efectuarse con cierta regularidad.

Como se sabe, en un circuito en serie cuando ocurre una falla en uno de sus receptores, que para nuestro caso son las lámparas, lógicamente se causa una interrupción general a dicho circuito, pero como este fenómeno podría causar serios trastornos a la vía pública, se procura contar con un dispositivo en cada lámpara, para que en caso de que se dañe alguna de ellas, el circuito permanezca encendido.

Este dispositivo se conoce con el nombre de "Disco Cortador de Alumbrado Público" y se instala en el portalámparas.

Ventajas. - También su principal ventaja es su bajo costo de instalación al aprovecharse instalaciones ya existentes y la facilidad para la localización de las fallas, que pueden presentarse.

Desventajas. - Su principal desventaja es la peligrosidad que se presenta cuando hay necesidad de trabajo en líneas cercanas a este.

Además otro inconveniente, es el reemplazo de las lámparas— también como sucede con los circuitos de baja tensión aéreos. Aquí se presentan los mismos inconvenientes que se describieron en el capítulo anterior. Por lo tanto, no se hará descripción alguna, que para este caso resultaría repéitiva.

b) Circuitos subterráneos.— La instalación de este tipo de circuito, requiere de la construcción de obras civiles especiales para alojar su equipo, con esto se quiere decir, que es necesario contar con bóvedas subterráneas que se emplean para alojar a los portafusibles, interruptor y transformador; así como también contar -- con pozos de visita, registros y ductos para instalar los cables -- subterráneos en la alimentación del circuito de lámparas.

4.7.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO EN ALTA TENSION

Este tipo de circuitos se utiliza cuando es necesario iluminar grandes extensiones de terreno es decir, cuando hay necesidad de iluminar avenidas o vías rápidas para circulación de vehículos.

La constitución de un circuito de este tipo, esta formada por medio de el siguiente equipo:

- Fotocelda
- Juego de 2 portafusibles
- Un interruptor en aceite para alta tensión con : palanca exterior de accionamiento para 3 posibles posiciones; abierto, cerrado y punto automático.
- Transformador de corriente constante monofásico con tensión primaria de 6000 volts. y la tensión secundaria que será de acuerdo a la carga del circuito, ejemplo: 800 2500, 3200 volts. etc.
- Circuito de 2 conductores
- Grupo de luminarias o arbotantes.

Existen dos tipos de circuito de alumbrado público de alta tensión:

- a) Circuito aéreo
- b) Circuito Subterráneo

a) Circuito Aéreo.- Al igual que en los circuitos de baja tensión. En este tipo de circuito también se procura aprovechar la postera instalada a lo largo de las calles y avenidas, solamente que para este caso, es necesario instalar el transformador de corriente constante con sus respectivos juegos de portafusibles, así como el interruptor sobre un solo poste, que en este caso será de hierro.

Las luminarias que se emplean en este circuito puede ser de dos tipos a saber:

- Incandescentes
- Vapor de Mercurio

Cuando se emplean lámparas incandescentes, estas se encuentran conectadas directamente en serie con los conductores del circuito. Esta conexión se puede apreciar en el diagrama No. 18

CAPITULO V

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO

- 5.1. Clasificación de avenidas
- 5.2. Tipo de luminarias
- 5.3. Características principales de las luminarias sub-urbanas
- 5.4. Alternativas de solución
- 5.5. Elección de alternativas
 - 5.5.1. Primera alternativa
 - 5.5.2. Segunda alternativa
 - 5.5.3. Tercera y cuarta alternativas

CAPITULO V.- ESTUDIO TECNICO ECONOMICO

5.1. CLASIFICACION DE AVENIDAS

Par seleccionar el o los tipos de lámparas, y el mantenimiento más adecuado que se usará en un determinado sistema de alumbrado público, es necesario clasificar los cables urbanos y sub-urbanos.

La clasificación de avenidas y áreas dentro de una ciudad es de vital importancia tomarla en cuenta para lograr un buen diseño de alumbrado, debido a que en función de su importancia, deberá seleccionarse los niveles de iluminación y condiciones de confort; clasificándose las avenidas en los siguientes tipos:

1.- Avenidas Principales.- Es la parte del sistema de carreteras que sirven como red principal para la fluidez del tráfico y carreteras de acceso a la ciudad.

2.- Avenidas Colectoras.- Estas avenidas son usadas para movimientos de tráfico fuera de las áreas residenciales, comerciales e industriales.

3.- Avenidas Locales.- Son las carreteras que son usadas primordialmente para dirigir el acceso a las propiedades, comerciales e industriales.

4.- Vías Libres.- Carretera principal dividida con control de acceso completo y sin cruces a nivel.

5.- Calles Interiores.- En zonas urbanas de densidad de tráfico vehicular bajo.

6.- Vías Peatonales.- Son banquetas públicas para tránsito peatonal, no lejos del tránsito vehicular incluyendo: paseos peatonales elevados, túneles peatonales, banquetas dando acceso al interior de estacionamientos.

La selección del nivel de iluminación requerida para las avenidas públicas, va en función de la importancia del tipo de calle y el área en la cual este ubicada dicha avenida, para esto contamos con las recomendaciones dadas por la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación y el I.E.S., los cuales se muestran a continuación:

Clasificación de avenidas	Comercial		Intermedia		Residencial	
	Piesbujía	Luxes	Piesbujía	Luxes	Piesbujía	Luxes
Principales	2.0	22	1.4	15	1.0	11
Colectoras	1.2	13	0.9	10	0.6	6
Locales	0.9	10	0.6	6	0.4	4
Vías Libres	0.6	6	0.6	6	0.6	6
Sub Urbanas	0.6	6	0.4	4	0.2	2
Vías peatonales	2.0	22	1.0	11	0.5	5

El nivel de iluminación recomendado en esta tabla representa - la iluminación media sobre el pavimento de la avenida cuando la fuente luminosa esta en el punto de emisión luminosa más larga y la luminancia esta más sucia.

Estos valores están basados en condiciones de reflexión de pavimento muy favorable del orden del 10%, cuando la reflexión es pobre por orden de 3 %, como en el asfalto, el nivel de iluminación recomendado se deberá aumentar en 50 %.

El nivel más bajo del nivel luminoso en cualquier punto del pavimento, no deberá ser menor de un tercio del nivel promedio para los principales tipos de avenidas. La única excepción a esta exigencia permite en las avenidas residenciales o de baja intensidad de tránsito, en las cuales la relación de uniformidad permitida es - de un sexto del valor medio.

5.2.- TIPOS DE LUMINARIOS

En el diseño de alumbrado público se debe utilizar fuentes de luz, que cuenten con una eficiencia elevada de emisión en lúmenes/watts, buen mantenimiento de la emisión luminosa (depreciación luminosa por horas de servicio) y una prolongada vida de operación .

En la actualidad contamos con tres fuentes de luz, que se recomienda para la iluminación de calles y avenidas, que son lámparas mercuriales, vapor de sodio alta presión y vapor de sodio de baja presión, las características principales de estas fuentes de luz, se muestran en la siguiente tabla:

5.2. CARACTERISTICAS DE FUENTES DE LUZ

CAPACIDAD EN WATTS			FLUJO LUMINOSO		WATTS VSBP	HORAS HG	VIDA VSAP	NOMINAL VSBP
HG	VSAP	VSBP	HG	VSAP				
80	70	35	3200	5800	4508	24000	20000	18000
100	100	55	4000	9500	7497	24000	20000	18000
175	150	90	7000	15000	12495	24000	24000	18000
250	250	135	10400	26500	21560	24000	24000	18000
400	400	180	19100	50000	33000	24000	24000	18000
700	---	---	35000	-----	-----	24000	-----	-----
1 000	1000	---	43400	14000	-----	24000	24000	-----

TIPOS DE LUMINARIO PARA ALUMBRADO PUBLICO

Los tipos de luminario más comunes se divide en tres clases - principales que son:

- 1.- Luminarios Sub-urbanos
- 2.- Luminarios convencionales tipo OV-10, OV-20, OV-25 y OV-50
- 3.- Luminario de HAZ controlado

5.3.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS LUMINARIOS SUB- URBANOS.

Son luminarios que operan lámparas de vapor de mercurio, - con balastro integrada, sus principales partes la constituyen carcasa de aluminio, en la cual se deposita el balastro, integrándose el reflector y puente porta socket, el reflector normalmente esta diseñado para curva tipo III semicontrolada sin cutoff de material acrílico, policarbonato o cristal borosilicato prismático, abierto o cerrado en su parte inferior, operando lámparas de 175 ó 250 watts. Con fotocelda integrada para controlar su encendido, generalmente se instalan en partes de la red de distribución de energía eléctrica con brazo de 1.50 m y 1.¼ " de diámetro, obteniendo un magnífico servicio en zonas rurales y áreas sub-urbanas, su precio es considerablemente más bajo que en cualquier luminaria tipo OV.

LUMINARIAS CONVENCIONALES TIPO OV.- Este tipo de luminarias operan lámparas mercuriales y vapor de sodio alta presión, su diseño puede ser para balastro integrado cubriendo las capacidades de las lámparas comercializados que son:

TIPO	MERCURIO WATTS LAMP.	VAPOR SODIO A. P. WATTS LAMP.	CLASIFICANDO I.E.S.
OV-5	175	150	Tipos II, III corta
OV-10	250	250	Semi-cutoff
OV-20	350	250	Tipo III
OV-25	400	400	Cutoff medio
OV-40	700	---	Tipo III
OV-50	1000	---	Semi-cutoff

5.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

En la colonia Aurora de Ciudad Nezahualcoyotl se cuenta con un deficiente o casi nulo mantenimiento de cerca de 3000 lámparas de vapor de mercurio en el alumbrado público.

El propósito de dar mantenimiento al alumbrado público es el producir una visión nocturna segura y confortable, acondicionando las calles y avenidas de una correcta iluminación que nos permite:

- 1.- Producción de los accidentes nocturnos y pérdidas económicas.
- 2.- Facilidad de fluidez de tráfico.
- 3.- Prevensión del crimen y ayuda a la protección policiaca.
- 4.- Promoción de negocios e industrias en horas nocturnas.
- 5.- Incrementar valor de las propiedades.

Es necesario hacer notar que el sistema de alumbrado público debe de conjuntar características tales como cantidad, calidad y el costo del sistema.

La cantidad implica las aplicaciones de la iluminación como son la cantidad de luz necesaria para efectuar la visión, así como la cantidad de luxes requerida, además la distribución de los mismos.

La calidad de iluminación involucra el control visual, tomando en cuenta los parámetros de reflectancia, luminancia y rendimiento de colores de los frentes luminosos y los efectos psicológicos al estimular al ojo.

El costo se refiere a la economía que representa el usar cierto sistema pero observando como base no únicamente el punto de vista monetario, sino además consideraciones tales como rendimiento, calidad, seguridad.

Al hablar de evaluación y mejoramiento de los sistemas existentes en cada una de las instalaciones, necesariamente tendremos que hablar de economía y por tal motivo con el objeto de partir sobre una misma base, es necesario definir que se entiende por economía en el campo del alumbrado.

El sentido de la palabra "economía" ha sufrido transformaciones en las últimas décadas, que en forma aproximada se puede subdividir en tres fases: Antiguamente por economía se entendía más que ahorro, las cosas debían ser baratas, el punto de vista calidad raras veces fue tomando en consideración.

Más tarde, y en el campo del alumbrado, por economía se entendía sobre todo la relación entre unidades de luz y unidades monetarias, cuanto más luxes por pesos (\$) se produjeran durante un tiempo determinado, o cuanto más elevado fuera el rendimiento (lúmenes /watts) de una lámpara, tanto más economía. Fue aplicada sin tener en cuenta el provecho resultante.

Actualmente se debe entender por economía la relación entre ganancia y costo, o sea entre ganancia suplementaria y costo adicional.

En resumen el mejoramiento de las condiciones ambientales no sólo influyen favorablemente en el rendimiento, sino también en la calidad (errores, rechazos) y la seguridad.

Primer Alternativa:

Reemplazo en grupo de bulbos, con mantenimiento intermedio. Las principales ventajas del reemplazo son:

- a) La reducción de costo de mano de obra, ya que el reemplazo en grupo representa el 1/5 a 1/10 del costo del reemplazo individual.
- b) Más luz suministrada. Lógicamente debido a que la lámpara no se utiliza en la última parte de su vida.
- c) Menores interrupciones, debido a que el reemplazo en grupo se puede efectuar a cualquier hora del día.
- d) Mejor apariencia.
- e) Menor mantenimiento. Condiciones anormales de trabajo puede afectar el balastro o el arrancador, mismos que se presentan cuando la lámpara llega a su fin.
- f) Mayor rendimiento, ya que puede operar el 80 % de la vida de la lámpara sin pérdida de luminosidad prácticamente, ya que las lámparas que se encuentran fuera de servicio son reemplazadas de inmediato de las lámparas sobrantes del cambio anterior.

Segunda Alternativa:

No reemplazar ninguna luminaria, sino únicamente cambiar los los bulbos en mal estado (mantenimiento individual).

- a) Este sistema aparentemente es el más económico porque no se hace gastos por luminarias y únicamente por bulbos
- b) Únicamente se cambiará una a una cuando se funden incrementando el costo de mano de obra.

Tercera Alternativa:

Reemplazar todas las luminarias existentes que son en vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio.

El sistema de iluminación a base de lámparas de vapor de sodio de alta presión, debido a sus características de funcionamiento son las mejores.

- a) Si se usan lámparas de alta potencia (1000 w, 400w y 250 w) para el caso de alumbrado público y una altura de montaje ya determinada, se puede tener una probabilidad de deslumbramiento mucho mayor que usando lámparas de menor potencia.
- b) Si se usan lámparas de baja potencia (250w, 150w) para este caso, en que ya se cuenta con todas las partes instaladas, las lúmenes emitidas serán las más adecuadas.
- c) Cuando se usan lámparas con potencias muy altas (1000 w 1500 w) se pueden tener sombras muy pronunciadas, además de tener una mayor probabilidad de deslumbramiento si éstas luminarias no están montadas en una altura de montaje adecuada.

Cuarta Alternativa:

Reemplazar las luminarias existentes de vapor de mercurio tipo OV-10 y OV-20, por luminarias tipo suburbano integral.

Un sistema de iluminación a base de la lámpara tipo suburbano integral nos tendría:

- a) Suministrar las condiciones de iluminación que resulten de un máximo de seguridad sin provocar molestias visuales.
- b) Suministrar el mínimo de interrupciones, ya que cada luminaria contará con su propia fotocelda.
- c) El costo de éstas luminarias integrales, son más económicas que las de vapor de sodio.
- d) La construcción de éstas luminarias facilitan el mantenimiento más adecuado y fácil.

5.5.- ELECCION DE ALTERNATIVAS.

5.5.1 Primera Alternativa:

El intervalo ideal para efectuar el reemplazo colectivo es el resultado del balance entre el menor costo por lux y el menor costo de mantenimiento.

Nota: costos a continuación fueron tomados
bajo cotizaciones nov 1988

Por lo tanto si se considera:

- C = Costo total del reemplazo de la lámpara.
 L = Precio neto de la lámpara.
 S = Costo de mano de obra por reemplazar la lámpara (una a la vez).
 G = Costo de mano de obra por el reemplazo de una lámpara (reemplazo en grupo).
 B = % de lámparas fuera de servicio en el momento de efectuar el reemplazo colectivo = 60 % 1800 lámparas.
 I = % de la vida promedio de la lámpara, en el momento de efectuar el reemplazo colectivo = 20%.

Para nuestra instalación de 3000 lámparas de vapor de mercurio operado 12 horas por día, 7 días a la semana, se tiene:

Costo de mano de obra por reemplazo lámparas \$ 20,000.-
 Tiempo de reemplazo de lámparas: 30 minutos reemplazo individual, 10 minutos reemplazo en grupo.
 Precio neto por lámpara : \$ 50,000.-
 La primera lámpara falla a las 7.000 horas

De datos obtenidos de la oficina de alumbrado público se tiene:

% de lámparas falladas	1	2	3	4	5	6	7
Horas de encendido	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000
	8	9	10				
	16500	17000	17500				

De datos del fabricante obtenemos que el 10% de fallas se presentan al 73 % de las horas de vida, por lo tanto para este caso, -- las horas de vida esperadas en ésta instalación serán:

$$17,500/0.73 = 24,000 \text{ horas.}$$

Por lo tanto. Encontrar el ahorro que representa el hacer el reemplazo en grupo a 16,000 contra 17,500 horas.

$$K1 = \frac{\text{vida promedio de la lámpara}}{\text{intervalo de reemplazo}} = \frac{24,000}{16,000} = 1.50 \text{ (para 16000 hrs)}$$

$$\frac{24000}{17500} = 1.37 \text{ (para 17000hrs.)}$$

$K_2 =$ % de lámparas que necesitan reemplazar entre cada cambio.

$K_2 =$ 0.07 (para 16,000 horas).

$K_2 =$ 0.10 (para 17,500 horas).

$$C_{L1} = \text{Costo mano de obra por reemplazo individual} = \frac{30}{60} \text{ horas} \times \\ \times (20,000) = \$ 10,000$$

$$C_{LG} = \text{Costo mano de obra por reemplazo engrupo} = \frac{10}{60} \text{ horas} \times \\ \times (20,000) = \$ 3,335$$

$S_L =$ Ahorro de mano de obra (lámpara reemplazo engrupo)

$$S_L = C_{L1} - (K_1) (C_{LG} \times C_{L1} \times K_2)$$

$$S_L = 10,000 - (1.50) (3335) + 10,000 \times .07 = 4297.5 \\ \text{(para 16,000 horas)}$$

$$S_L = 10,000 - (1.37) (3335) + 10,000 \times 0.10 = 4431.05 \\ \text{(para 17,500 horas).}$$

$C_A =$ Costo adicional del reemplazo de lámparas en grupo.

$$C_A = K_1 C_{NL} (1 + K_2) - C_{NL}$$

$$C_A = 1.50 \times 50,000 (1 + 0.07) - 50,000 = 30,250 \\ \text{(para 16 horas).}$$

$$C_A = 1.37 \times 50,000 (1 + 0.10) - 50,000 = 25,350 \\ \text{(para 17,500 horas)}$$

$S_G =$ Ahorro por reemplazo en grupo \$ por lámpara $S_L - C_R$

$$S_G = 4297.5 - 30250 = 25, 52.5 \text{ (para 16,000 horas).}$$

$$S_G = 4,431.05 - 25,350 = 20,919 \text{ (para 17,500 horas).}$$

Por lo tanto para esta instalación de 3000 lámparas el ahorro que representa efectuar el reemplazo en grupo a las 16,000 será

$$3000 \times 25,952.5 = 77,856,000$$

Si se efectúa a las 17,500 horas:

$$3000 \times 20,919 = 62,757,000$$

5.5.2 Segunda Alternativa

Tratemos de encontrar ahora cual será el punto de equilibrio en el cual el costo de reemplazo individual resulta ser igual al costo de reemplazo por grupo o bien, cuando nuestros costos de mano de obra cambian, cuando es económicamente conveniente efectuar el reemplazo unitario el costo será:

$$C = L + S \times B \text{ por lo tanto}$$

$$C = 50,000 + 20,000 = 70,000 \times 1800 = 126,000,000$$

Para el reemplazo en grupo (usando reemplazos intermedios).

$$(I \times L) - (I \times S) \\ (600 \times 50,000) - (600 \times 20,000) = 18,000,000$$

Para el reemplazo en grupo sin sustituciones intermedias:

$$\frac{(L + G) \times \text{lámparas totales}}{I} = \frac{70,000 \times 3000}{20} = 10,500,000$$

5.5.3 TERCERA Y CUARTA ALTERNATIVA.

Análisis Técnico.- Económico comparativo de una instalación existente modificada a base de lámparas de vapor de mercurio, por lámparas de vapor de sodio B.P. para la totalidad de calles y avenidas en la colonia Aurora Cd. Nezahualcoyotl.

ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
vapor mercurio	vapor sodio
<u>Integral</u>	<u>baja presión</u>

a) PARAMETROS DEL DISEÑO

1.- Ancho del arrollo (mts)	15	15
-----------------------------	----	----

2.- Longitud de la calle (mts)	1700	1700
3.- Nivel promedio mantenido (lxs)	12	12

b) CARACTERISTICAS DEL LUMINARIO

4.- Modelo	Sub-urbana	OD-20
5.- Distribución	III-5 -SC	III-M- SC
6.- Eficiencia en %	64.3	67.8
7.- Costo unitario en \$	\$ 190,000	\$ 335,000

c) DATOS DE LA LAMPARA

8.- Potencia en watts	250	250
9.- Lúmenes Iniciales	12,100	25,500
10.- Eficiencia en LM/W	64	102
11.- Vida nominal - hrs	24,000	24,000
12.- Depreciación %	48	30
13.- Costo por luminario	\$ 50,000	\$ 75,000

d) CALCULO TECNICO

14.- Altura de montaje (mts)	7.50	8.50
15.- Factor de mantenimiento	0.80	0.80
16.- Coeficiente de utilización	0.42	0.44
17.- Factor de corrección	1.00	0.93
18.- Distancia Interpostal	35	35

e) INSTALACION ELECTRICA

19.- Luminarios existentes	540	0
20.- Luminarios a reemplazar	2460	3000
21.- Watts por luminario (incluye pérdidas en balastro)	290	290
22.- Horas de uso al año (a razón de 12 horas/día)	4380	4380
23.- KW/ hora totales al año	3'810,600	3'810,600
24.- Costo por hora	87.86	87.86
25.- Costo de mano de obra por alumbrado, montaje y conexiones por luminario (estimulado)	\$ 200,000	\$ 200,000

f) INVERSION INICIAL

26.- Importe de luminarias	\$ 477'100,000	\$ 1'005,500,000
27.- Importe de lámparas	0	0
28.- Costo de material misceláneo (cable, tubo, herraje, etc.)		
Total estimulado por luminaria \$ 7000	\$ 17'220,000	\$ 21'000,000

29.- Costo total de alumbrado, montaje y conexiones de luminario (estimado).	\$ 482'000,000	\$ 600'000,000
30.- Costo de la inversión inicial .	\$ 986'320,000	\$ 1'626,500,000

g) COSTO DE OPERACION ANUAL

31.- Costo total de la energfa.	\$ 334'799,316	\$ 334'799,316
32.- Promedio de lámparas reemplazadas por año.	3	3
33.- Costo de lámparas reemplazadas anualmente .	\$ 150,000	\$ 150,000
34.- Costo de reactores y fotoceldas reemplazadas promedio anualmente (85,000) \$ 20,000 x 3 .	\$ 315,000	\$ 315,000
35.- Intereses sobre inversión al 40% anual.	\$ 394'528,000	\$ 650'600,000
36.- Costo de operación anual.	\$ 729'792,316	\$ 985'939,316

h) COSTO DE MANTENIMIENTO

37.- Costo de mano de obra por limpieza de un luminario.	20,000	\$ 20,000
38.- Costo de mano de obra por limpieza de luminarios por año .	\$ 60'000,000	\$ 60'000,000
39.- Costo de mano de obra por reemplazo de una lámpara.	20,000	\$ 20,000
40.- Costo de mano de obra por reemplazo de lámparas por año .	\$ 2'700,000	\$ 2'700,000
41.- Costo de mantenimiento anual.	\$ 62'700,000	\$ 62'700,000

i) RESUMEN

42.- Costo de operación y mantenimiento anual.	\$ 792'492,316	\$ 1'048,639,316
43.- Más costo de inversión inicial. G. T.	\$ 1'778'812,316	\$ 2'675,138,316

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al analizar este estudio se pensó básicamente, en que la colonia Aurora de Ciudad Netzahualcoyotl, obtendría una correcta iluminación, que nos permitirá:

- 1.- Reducción de los accidentes nocturnos y pérdidas económicas.
- 2.- Facilidad de fluidez del tráfico.
- 3.- Prevención del crimen y ayuda a la protección policiaca.
- 4.- Promoción de negocios e industrias en horas nocturnas.
- 5.- Incrementar el valor de las propiedades.

Como se ha visto que al anochecer aumentar el peligro de los usuarios por la limitada distancia de visibilidad, los accidentes de tránsito se incrementan tres veces más que en el día debido a los siguientes factores nocturnos que se consideraron para este estudio.

- a) Reducción de visibilidad.
- b) Distracción de fondos extraños en el alumbrado
- c) Mantenimiento bastante defectuoso.
- d) Diferentes condiciones atmosféricas (polvo, smog, etc).
- e) Aumento de fatiga del conductor.
- f) Diferentes aptitudes y capacidades visuales de los conductores.
- g) Influencia del alcohol y drogas.
- h) Congestionamiento en el tránsito vehicular.

Analizando la primera y segunda alternativa, se ve que el reemplazo de lámparas en grupo con mantenimiento intermedio, es el más adecuado, ya que se evitará un exceso de acumulación de polvo, tanto en las lámparas como en las luminarias, que podrían causar pérdidas hasta en un 30% ó más, causando una depreciación luminosa de la lámpara.

Las principales ventajas de reemplazo en grupo con mantenimiento intermedio que puede operar hasta en 80% de vida de la lámpara sin pérdida de luminosidad prácticamente, y las lámparas que se encuentran fuera de servicio, serán reemplazadas inmediatamente.

En cuanto a costo:

Analizando las alternativas y viendo que el 60% de las lámparas del alumbrado público en Ciudad Netzahualcoyotl esta apagado y el 40% restante es pésimo el mantenimiento y con un 20% de vida solamente. Se opta por ser más conveniente, hacer el reemplazo de todas las lámparas existentes, por lámparas nuevas, y posterior-

mente a los 36 meses hacer un reemplazo en equipo con mantenimiento intermedio.

Al realizar el cambio total de luminarias, se demostró en el cuadro del estudio técnico económico, que al cambiar todas las lámparas OV-10 por lámparas de vapor de mercurio sub-urbano integral, mejorará notablemente el sistema de alumbrado, ya que en caso de ocurrir alguna falla en cualquier de las lámparas, únicamente se apagará la dañada, porque cada lámpara contará con su fotocelda de control.

Haciendo un balance de el resumen total económico, nos demuestra que hay una diferencia de 30% a favor de las lámparas de vapor de mercurio.

ALTERNATIVAS	BENEFICIOS CORTO PLAZO	DEVENTAJA	BENEFICIOS LARGO PLAZO	DESVENTAJA
1	Operación inmediata de 80% de lámparas funcionando.	Alto costo y sin predecir la vida del sistema por vandalismo.	Mejoría a largo plazo por niveles adecuados de iluminación.	Sigue teniendo mantenimiento a largo plazo.
2	Beneficio por costo a corto plazo.	60% de las luminarias apagadas 40% nulo mant. y 20% con vida útil baja.	Constante mant. No habría beneficios a largo plazo.	Alto costo a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE ALUMBRADO PHILLIPS

Elaborado en el Centro de Ingeniería y Diseño de Alumbrado en Endhoven, Holanda, Año 1981 .

MANUAL OSRAM

J.A. Taboada
Edición Noviembre de 1975.

BOLETIN DE INFORMATICA TECNICA GTE SYLVANIA

Preparado en el Centro de Iluminación de -- Sylvania, Denver, Massachusetts.

MEMORIA TECNICA DEL V SEMINARIO DE ILUMINACION.

Organizada por la Comisión Federal de Electricidad y la Cfa. de Luz y Fuerza del Centro, S. A. , en agosto de 1979.

NORMAS DE ALUMBRADO EXTERIOR E-- INTERIOR.

De la Cfa. de Luz y Fuerza del Centro, --- S. A. Edición diciembre 1980.

ESPECIFICACIONES DE ALUMBRADO -- PUBLICO.

De la Cfa de Luz y Fuerza del Centro, S.A. Edición diciembre 1980.

ALUMBRADO CON LUZ ARTIFICIAL.

Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña. Editorial Blume del año 1975.