

“ESCUELA POLITECNICA NACIONAL”

**PROYECTO DE ILUMINACION
DEL PANECILLO**

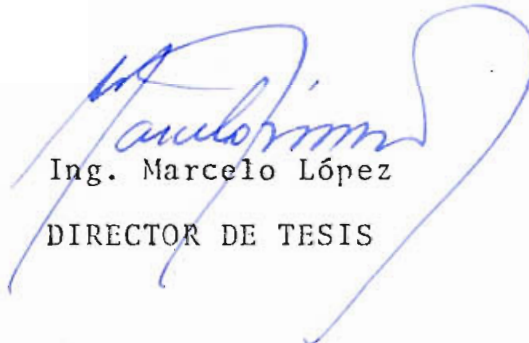
TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO ELECTRICO
EN LA ESPECIALIDAD DE POTENCIA

Sergio Gustavo Vásquez León

Quito - Marzo - 1979

C E R T I F I C A C I Ó N

Certifico que la presente Tesis ha sido realizada en su totalidad por el Sr. SERGIO GUSTAVO VASQUEZ LEON



Ing. Marcelo López
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A Luis

A Zoilita

A Marujita

A G R A D E C I M I E N T O

A Luis mi Padre, por su enorme sacrificio.

A Zoilita mi Tía, por su abnegada ayuda.

A Marujita mi Tía, por su laboriosa colaboración.

Al Señor Ingeniero Marcelo López por su dirección de la Tesis.

A los Señores: Marco Regalado e Ingeniero Jaime - Estrella por su asesoramiento.

A todas las personas que de una u otra manera apoyaron para la culminación del presente trabajo.

EL AUTOR

I N D I C E

Párrafo	CAPITULO I	Pág.
GENERALIDADES DEL PROYECTO		
I.1.	Localización.....	3
I.2.	Análisis de la situación actual.....	4
I.2.1.	Actual servicio eléctrico.....	4
I.2.2.	Aspecto turístico.....	5
I.3.	Consideraciones para el Alumbrado Público de.. la vía de acceso y de los callejones.....	8
I.3.1.	Mejor visualización para el tráfico.....	9
I.3.2.	Menor delincuencia.....	9
I.4.	Necesidades de iluminación del Area Escénica..	10
I.4.1.	Atracción turística.....	10
I.4.2.	Desenvolvimiento social.....	10
CAPITULO II		
DISEÑO DE LA ILUMINACION		
II.1.	Selección de niveles de iluminación.....	14
II.1.1.	Cantidad de luz.....	14
II.1.2.	Calidad de luz.....	15
II.1.3.	Nivel de iluminación en la Cima del Panecillo.	18
II.1.4.	Nivel de iluminación en Alumbrado Público.....	20
II.2.	Selección de luminarias.....	22
II.2.1.	Incandescentes.....	22
II.2.1.1.	Características de las lámparas incandescentes	25
II.2.2.	De descarga.....	28

Párrafo	Pág.
II.2.2.1. Características de funcionamiento de las lámparas de descarga.....-.....-.....-...	45
II.2.2.2. Equipos auxiliares.....-.....-.....-.....	51
II.2.3. Luminarias a utilizarse en el proyecto.....	54
II.2.3.1. Luminarias a utilizarse en la Cima del Panecillo.....	55
II.2.3.2. Luminarias a utilizarse en Alumbrado Público	57
II.3. Selección de apoyos.....-.....-.....-.....	58
II.3.1. Torres estructurales de acero.....	59
II.3.2. Apoyos de acero.....	59
II.3.3. Apoyos de hormigón armado.....	59
II.3.3.1. Características técnicas de los apoyos de hormigón armado.....	60
II.3.4. Apoyos de madera.....	61
II.3.4.1. Características técnicas de los postes de madera.....	61
II.3.5. Apoyos en la Cima del Panecillo.....	62
II.3.6. Apoyos para Alumbrado Público.....	63
II.3.7. Distancia entre apoyos.....	64
II.4. Cálculo de la iluminación de Alumbrado Público.....	66
II.4.1. Cálculo de la iluminación en las Avenidas..	67
II.4.2. Cálculo de la iluminación en Calles y Callejones.....-.....-.....-.....	77
II.5. Cálculo de la iluminación del Area Escénica	89

Párrafo	Pág.
II.5.1. Cálculo de la iluminación en el monumento..	89
II.5.2. Cálculo de la iluminación en el jardín.....	99

CAPITULO III

CIRCUITOS ELECTRICOS

III.1. Diseño de la red eléctrica de Alumbrado Pú blico.....	103
III.1.1. Tipos de circuitos.....	104
III.1.2. Recorrido de las líneas.....	105
III.1.3. Cálculo de la sección de los conductores...	106
III.1.4. Sección de la acometida a la luminaria.....	115
III.1.5. Tipo de distribución.....	117
III.2. Diseño eléctrico para iluminación del Area Escénica.....	117
III.2.1. Cálculo de la sección de los conductores...	118
III.2.2. Sección de las acometidas de las luminarias	120
III.2.3. Tipo de distribución.....	120
III.3. Sistemas de control de iluminación.....	121
III.3.1. Interruptores horarios.....	122
III.3.2. Hilo piloto.....	122
III.3.3. Control fotoeléctrico.....	122
III.4. Protección de los circuitos de iluminación.	127

Párrafo	CAPITULO IV	Pág.
	ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO	
IV.1.	Especificaciones para las instalaciones de iluminación y	
IV.2.	Lista de materiales.....	131
IV.3.	Presupuesto de materiales.....	135
IV.4.	Resumen del Presupuesto.....	137
IV.5.	Análisis económico.....	138
IV.5.1.	Avenidas: Aymerich y a construirse.....	138
IV.5.1.1.	Descripción de los sistemas de alumbrado...	139
IV.5.1.2.	Datos básicos.....	139
IV.5.1.3.	Coste inicial.....	140
IV.5.1.4.	Cargas anuales fijas.....	140
IV.5.1.5.	Coste anual de operación.....	141
IV.5.1.6.	Coste total.....	142
IV.5.2.	Calles y callejones.....	142
IV.5.2.1.	Descripción de los aparatos de alumbrado...	142
IV.5.2.2.	Datos básicos.....	143
IV.5.2.3.	Coste inicial.....	144
IV.5.2.4.	Cargas anuales fijas.....	144
IV.5.2.5.	Coste anual de operación.....	145
IV.5.2.6.	Coste total.....	146
IV.5.3.	Monumento a la Virgen.....	146
IV.5.3.1.	Descripción de los aparatos de alumbrado...	146
IV.5.3.2.	Datos básicos.....	147
IV.5.3.3.	Coste inicial.....	148

Párrafo	Pág.
IV.5.3.4.Cargas anuales fijas.....	148
IV.5.3.5.Coste anual de operación.....	149
IV.5.3.6.Coste total.....	150
IV.5.4. Jardín y calles de paso.....	150
IV.5.4.1.Descripción de los aparatos de alumbrado...	150
IV.5.4.2.Datos básicos.....	151
IV.5.4.3.Coste inicial.....	151
IV.5.4.4.Cargas anuales fijas.....	152
IV.5.4.5.Coste anual de operación.....	152
IV.5.4.6.Coste total.....	153
IV.6. Conclusiones y recomendaciones.....	156
IV.7. Planos y esquemas.....	162
Bibliografía	

C A P I T U L O I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

Año tras año, los diversos sectores de una ciudad requieren mayores necesidades sociales, culturales y ornamentales con servicios de salubridad, alcantarillados y energía eléctrica. Para todas estas actividades es fundamental proporcionar suficiente cantidad de medicinas, agua potable y un adecuado nivel de iluminación que permita una comodidad visual tanto para los habitantes de la zona como para los turistas y vehículos a rodar. Además debemos tomar en cuenta que el alumbrado público y la iluminación del área escénica forman parte de la estética de la ciudad.

El proyecto en estudio, básicamente tiene el objeto de modernizar, modificar y ampliar las redes eléctricas de acuerdo a las exigencias de la zona en desarrollo por razones tanto técnicas como económicas pero conservando las tendencias coloniales ya que el sector del Panecillo es muy tradicional en el medio local y nacional.

Las razones técnicas permiten asegurar la calidad de servicio, por lo tanto para la iluminación de la Cima; Alumbrado Público de la Avenida Aymerich, Avenida a construirse; calles y callejones que son vías principales de acceso a la cumbre del Panecillo, ya sea por el movimiento vehicular o peatonal; Centros de espectáculos; Areas de viviendas y recreaciones tienen verdadera significación, es

por tal motivo: postes, aisladores; luminarias, control de encendido de las fuentes de luz, etc. que conforman parte - las redes de alumbrado deberán ser estudiadas cuidadosamente.

Las razones económicas deben permitir la ejecución de la obra, por consiguiente, complementariamente es necesario realizar la elaboración de un presupuesto y análisis económico que de una idea clara de la inversión requerida, - para que las instituciones correspondientes, esto es: El Ilustre Municipio de Quito ó la Empresa Eléctrica Quito S.A. busquen los fondos necesarios para hacer efectiva esta obra de carácter eminentemente social y de beneficio para la colectividad.

Para la realización del presente trabajo tomaremos como base los planos entregados por el Municipio de Quito y la Empresa Eléctrica Quito, los mismos que serán estudiados y modificados con el objeto de conseguir una buena perspectiva estética bajo niveles de iluminación adecuados y no muy costosos.

* * * *

I.1. LOCALIZACION

La zona de influencia del Panecillo se encuentra localizada a una altura de 2.830 metros sobre el nivel del mar, y la cima alcanza a 3012 metros, esta ubicado al Oeste de la ciudad de Quito en un sector colonial cuyos límites son:

Al Norte: Rodeado por la calle Ambato que se dirige hacia el Oeste, hasta empalmar con la calle García Moreno, para luego unirse con la calle Villavicencio y terminar en la calle Bahía de Caráquez.

Al Sur: En la calle Bahía nace la calle Miller que se dirige hacia el Este para empalmar con la Avenida 5 de Junio.

Al Este: Rodeado por la Avenida 5 de Junio que se dirige hacia el Norte hasta empalmar con la calle Ambato.

Al Oeste: Se encuentra rodeado por la calle Bahía que inicia en la boca-calle de la Villavicencio y termina en la calle Miller; iniciación del límite Sur.

Las obras civiles del proyecto del Panecillo está constituido por las siguientes áreas:

- a) Cima, cumbre del Panecillo.
- b) Centro de espectáculos, al Oeste del Panecillo.
- c) Centro deportivo, al pie del centro de espect.
- d) Area boscosa, al Sur del Panecillo.
- e) Areas de viviendas, al Norte, Este y Sur del Pa

necillo.

- f) Centro barrial, al Norte del Panecillo.
- g) Recreación a nivel de ciudad, ubicado al Este.
- h) Recreación a nivel de barrio, al pie del área de recreación a nivel de ciudad.
- i) Avenida a construirse, nace en el Sur del Panecillo, en la intersección de la calle Miller y Pozo. La nueva Avenida, rodea la loma por el Sur, Oeste y Norte hasta empalmar con la Avenida Aymerich (existente), a la altura de los 2.970 metros al Este del sector del Panecillo.
- j) Calles y callejones modificados, al Norte y Oeste del Panecillo.

I.2. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA ZONA

Para analizar la situación actual de la zona, realizaremos dos consideraciones fundamentales a saber:

I.2.1. ACTUAL SERVICIO ELECTRICO.

En la actualidad el Panecillo esta alimentado por una red de alto voltaje de 6.3 KV., trifásico; En la red de bajo voltaje cuya salida es 210/120 voltios, se extienden conductores de cobre # 6AWG, distribuidos en tres postes de hormigón armado centrifugado de 11 metros de longitud; 14 postes de hormigón armado de 11 metros; 9 postes de hierro

riel que cruzan el bosque por el sector Nor-Occidental hasta llegar a la Cima.

Se encuentran ubicados:

a) En la Cima.- Un transformador monofásico de 5 - KVA de 6.000 voltios en alto voltaje y 210/120 voltios en bajo voltaje que sirve para una estación de bombeo.

- Un transformador trifásico de 50 - KVA, 6.000-210/120 voltios que da servicio para la iluminación de un escudo de la ciudad de Quito.

b) En la Avenida

Aymerich.- Dos transformadores monofásicos de 10 y 15 KVA, 6.000-210/120 voltios que sirve para la distribución de energía del alumbrado público y abonados del sector.

En cuanto a la distribución de postes para iluminación hacemos una acotación porque existen apoyos mal ubicados y luminarias de muy baja potencia luminosa; por lo tanto, debemos modificar la ubicación de los postes y lámparas que permitan una visualidad mayor a las existentes.

I.2.2. ASPECTO TURISTICO

Ahora que el turismo aumenta en la mayor parte de los países, sobre todo estimulado por las inversiones de --

capitales extranjeros destinados a hoteles y a realizar los diversos campos de atracciones, se dan cuenta de los considerables beneficios que pueden obtenerse cuando prestan esa clase de servicios.

El aspecto turístico, requiere no sólo de alojamiento, sino que debe incluir facilidad de transporte, recreaciones y deportivas así como la infraestructura básica de los lugares turísticos y la preservación de los valores culturales como artesanías y folklore.

El diseño y la implementación de planes de turismo integrales para una determinada zona es una de las principales recomendaciones de los organismos internacionales de asistencia y financiamiento para el sector turismo.

Para este tipo de planes es fundamental considerar varios aspectos para que no llegue el fracaso; estos aspectos son:

- a) La propiedad de tierras.- La zona del Panecillo es de propiedades municipales; por lo tanto, para tal asunto el Municipio debe tomar decisión al respecto.
- b) Mecanismos modernos de promoción.- La promoción del turismo nacional o local requiere de una planificación cuidadosa que busque un desarrollo a largo plazo y equilibrado por todas las actividades.

- c) Débiles mecanismos administrativos e institucionales.- Se puede evitar estos débiles mecanismos previniendo una coordinada acción gubernamental a fin de establecer los criterios necesarios para, promover la inversión del sector de la economía.

Otro aspecto que necesita ser evaluado y considerado, es el relacionado con los estudios del impacto ecológico del desarrollo de la zona y los nuevos mecanismos que permitan asegurar adecuadas técnicas de animación y recreación o programas de entrenamiento para elevar el período de permanencia del turista y hacer su estadía en el lugar muy placentera.

Con estas condiciones el sector turístico del Panecillo desempeñará un papel fundamental como instrumento de desarrollo económico y social. Si bien es cierto esta zona ha ido adquiriendo auge turístico; por consiguiente, se requiere de una modernización y ampliación del alumbrado poniendo a un lado las diferencias políticas para poder diseñar e instalar un sistema de iluminación que armonice con la belleza estructural del Panecillo y facilite las funciones de visualización.

En el presente proyecto establecemos dos problemas bien definidos:

- A) Un sistema de iluminación general para proveer

alumbrado adecuado para las Avenidas, calles y callejones.

B) Una iluminación directa que realce las cualidades arquitectónicas y decorativas del monumento a la Virgen, jardín y calles de paso. Hacemos una acotación, en las áreas de viviendas, recreaciones y deportiva no se realizará el diseño eléctrico; por cuanto, en dichas áreas no tenemos un proyecto específico de obras civiles.

I.3. CONSIDERACIONES PARA EL ALUMBRADO PUBLICO DE LAS VIAS DE ACCESO Y DE LOS CALLEJONES

El Alumbrado Público de las vías principales como son: La Avenida Aymerich y la Avenida a construirse, sirven de acceso a la Cima del Panecillo y son muy importantes, ya que por ellas circulan el tráfico tanto vehicular como peatonal y servirán para promover el progreso comercial, turístico y cívico.

La importancia del alumbrado de los callejones es dar facilidad para que puedan visualizar los habitantes de la zona en buenas condiciones, evitar los peligros nocturnos como: robos, crímenes y vandalismos y además dar una mejor perspectiva a la ciudad ya que los callejones se encuentran a una altura entre los 2.830 y 2.950 metros sobre el nivel del mar, es decir una diferencia de 120 y 240 metros con respecto al nivel de la ciudad de Quito capital de la República del Ecuador.

Las consideraciones anteriormente anotadas resumimos en dos factores:

I.3.1. MEJOR VISUALIZACION PARA EL TRAFICO

Es una de las consideraciones fundamentales para alumbrar las Avenidas, calles y callejones, por intermedio de la cual damos un margen de seguridad del tráfico motorizado, de turistas y de sus habitantes. También es importante la comodidad visual que reduce al mínimo el deslumbramiento.

Es así que podemos darnos cuenta muy claramente que con una mejor visualización del tráfico, es decir con una buena iluminación de las calzadas se reduce el número de accidentes por circulación de vehículos durante la noche.

I.3.2. MENOR DELINCUENCIA

De acuerdo a estadísticas de los departamentos de seguridad, establecen que los actos delictivos durante la noche se propaga en los sectores poco atendidos en cuanto a energía eléctrica de las vías públicas, parques etc.; en consecuencia, para evitar o reducir la delincuencia se requiere de la influencia de una buena instalación de alumbrado.

I.4. NECESIDADES DE ILUMINACION DEL AREA ESCENICA

En los actuales momentos que hemos entrado a una etapa de modernización se observan las necesidades de iluminar áreas industriales como: fábricas textileras, gaseosas, manufactureras etc.; comerciales como: almacenes, estadios, mercados etc.; residenciales como: casas grandes, pequeñas; turísticas como: templos, calles y zonas tradicionales.

Las necesidades principales para la iluminación en particular de la zona tradicional del Panecillo podemos mencionar:

I.4.1. ATRACCION TURISTICA

Considerando desde el punto de vista colonial, esta zona es muy atractiva y visitada por los turistas, de hecho se ha constituido transitable desde las faldas hasta la Cima de Panecillo. En los últimos años los adelantos en esta área han sido fructíferos, como es la gran obra arquitectónica del monumento a la Virgen, lo cual requiere de una iluminación de alta técnica por sus motivaciones estéticas; además el proyecto para el futuro es de grandes dimensiones para comodidad de sus habitantes y turistas.

I.4.2. DESENVOLVIMIENTO SOCIAL

Los aspectos de iluminación dan un gran realce social en cualquier ámbito, es así que las grandes ciudades se han tecnificado con mejores niveles de iluminación dando

diferentes tonos, de acuerdo a las actividades a realizarse.

En la zona de dicho proyecto, durante el día se pueden desarrollar actividades sociales-culturales etc., pero al llegar la penumbra dichas actividades son desarticuladas por la sencilla razón, de la falta de iluminación; es así -- que los trabajos tanto civiles como eléctricos deben llevarse a cabo en la mencionada zona para un mejor y mayor desenvolvimiento colectivo.

* * * *

C A P I T U L O I I

DISEÑO DE LA ILUMINACION

Es naturalmente conocida la diferencia existente entre un ambiente iluminado y un ambiente obscuro. Cuando un sujeto se encuentra en un ambiente iluminado percibe una serie de sensaciones que le permiten distinguir y reconocer los objetos que le rodean, mientras que si se encuentra en un ambiente privado de luz, las sensaciones dejan de producirse. Según los expertos, mas del 50 por ciento de las informaciones sensoriales recibidas por el hombre son de tipo visual, es decir, tienen como origen primario la acción de la luz, el órgano sensorial transforma las excitaciones físicas en impulsos nerviosos capaces de producir sensaciones es decir, el ojo.

El ojo humano puede considerarse como un comparador, capaz de distinguir si dos iluminaciones son iguales ó distintas, pero nunca puede apreciar la magnitud de las mismas. Dicha magnitud se efectuaría por medio de algún instrumento que permita no ya comparar, sino determinar la magnitud real de una fuente luminosa.

Al mencionar el ojo, existe un fenómeno visual denominado EFECTO PURKINJE el cual la vista es mas sensible, a bajas intensidades, a los colores verde y azul que a los amarillo y rojo. Si se compara desde cierta distancia dos lámparas de igual potencia luminosa, una de vapor de mercurio y otra de filamento de tungsteno, la primera parecerá te

ner una potencia luminosa superior. Se debe a la mayor abundancia, en la primera, de rayos verdes y azules. En cambio a intensidades elevadas los colores amarillo y rojo son mas eficaces. En la figura # 1 se representa la visibilidad relativa para varias longitudes de onda, en la que puede verse que el promedio de color mas eficaz es el amarillo.

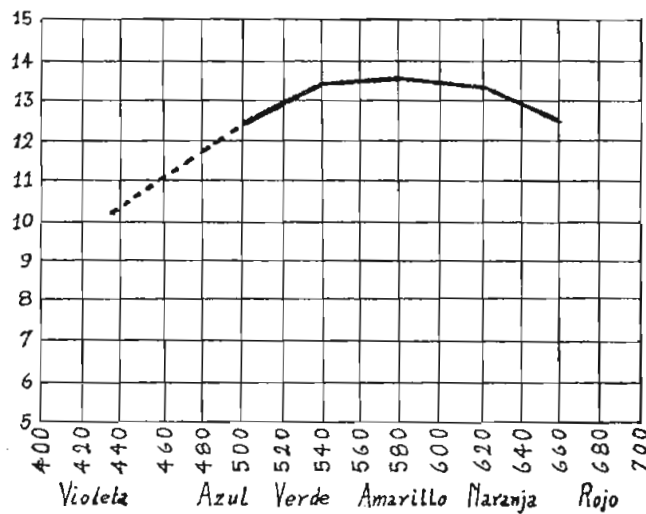


FIG. # 1.- VISIBILIDAD RELATIVA PARA DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA

Si bien es cierto, en cualquier tipo de iluminación actúan los aspectos psicológicos y fisiológicos de la luz y el color. La influencia de la luz y el color sobre la visión pueden deducirse fácilmente considerando las funciones de la vista humana. Un alumbrado conveniente bajo todos los conceptos facilita una visión completa con el mínimo esfuerzo de los ojos.

Igualmente la cuestión psicológica debe tenerse muy en cuenta. Una iluminación correcta produce excelente e-

fecto y resultados; las percepciones visuales ejercen una notable influencia en las sensaciones individuales.

La luz que alumbra los objetos debe ser suficiente para producir una visión clara de los mismos, los objetos de colores oscuros para ser igualmente perceptibles deben ser iluminados mas intensamente que los colores claros. Una luz demasiado brillante es tan perjudicial como un alumbrado deficiente. La vista se cansa extraordinariamente tanto para los esfuerzos excesivos de la acomodación, como por el exceso de la luz mal dirigida que llega a la retina.-

Debido a todas las circunstancias mencionadas, en el proyecto que nos ocupa, nos vemos inclinados a escojer diferentes tipos de niveles de iluminación. El proyecto del Panecillo se encuentra dividido en nueve zonas para distintas actividades, esta iluminación tiene la tendencia de alcanzar la luz natural que corresponde al alumbrado ideal; la luz natural presenta una serie de inconvenientes, ya que varía constantemente durante las horas del día.

II.1. SELECCION DE NIVELES DE ILUMINACION

Para realizar la selección de los niveles de iluminación en el proyecto, primero identificamos en cuanto a la cantidad y calidad de luz.

II.1.1. CANTIDAD DE LUZ

El ojo humano esta habituado a los altos niveles -

de iluminación natural, por lo tanto lo ideal en lo que se refiere a alumbrados artificiales, sería disponer niveles similares a aquellos.

Sin embargo, y a pesar de disponer de fuentes de luz de elevado rendimiento, en muy pocas ocasiones resulta conveniente, bajo el punto de vista económico (costo inicial), la utilización de niveles luminosos de magnitud similar a la proporcionada por la luz del día, es preciso utilizar niveles de iluminación que permitan desarrollar una actividad determinada sin esfuerzo alguno y que al mismo tiempo sea económicamente justificables.

Una de las medidas mas significativas de una instalación de alumbrado es la cantidad de luz que proporciona.

La comodidad y facilidad para realizar los trabajos de visión se puede mejorar con intensidades luminosas altas, siempre que se consiga también una adecuada calidad de luz y convenientes condiciones ambientales.

II.1.2. CALIDAD DE LUZ

Es mas humano y racional estudiar y mejorar las condiciones de visión para conservar la vista, y no corregirla después de estropeada ésta.

Si bien es cierto, el ambiente normal de trabajo visual es la visión al aire libre, la naturaleza no ha tenido tiempo de efectuar una evolución completa que adapte los órganos de visión a las duras condiciones exigidas por la

civilización actual. Esto obliga a los ojos a soportar trabajos excesivos que su enorme elasticidad para la visión tolera, pero ¿A qué coste?.

Cuando nos relacionamos a un costo mínimo pueden quedar restringido los niveles máximos de iluminación, en cambio debemos prestar mas atención a la calidad de la luz porque cuando en un alumbrado hay deficiencias, se recompensa con un gasto excesivo de energía, por lo tanto con una pérdida de reservas del organismo completamente innecesarias y fácilmente evitables.

Es evidente que la cantidad de luz ha de servir para "ver"; en consecuencia, la CANTIDAD Y CALIDAD DE LUZ nos servirá para "ver bien" y no para hacerlo a costa de desgaste y esfuerzos del organismo cuyas causas son poco estudiadas, por lo tanto poco conocidas, se reclama generalmente a cualquier efecto menos el verdadero que consiste en un alumbrado artificial escaso e inadecuado.

Para evitar estas deficiencias y dar un buen margen de iluminación a la zona turística del Panecillo citamos a la tabla # 1 de valores mínimos y máximos para iluminación de exteriores.

TABLA #1.- VALORES DE ILUMINACION MINIMOS Y MAXIMOS PARA ALUMBRADO EXTERIOR

FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS	ILUM. MIN. (Lux)	ILUM. MAX. (Lux)
En zonas claras:		
Superficies claras.....	80	150

T_ABLA #1 (CONTINUACION)

	ILUM. MIN. (lux)	ILUM. MAX. (Lux)
Superficies oscuras.....	150	300
En zonas oscuras:		
Superficies claras.....	60	80
Superficies oscuras.....	80	150
ILUMINACION DE BANDERAS.....	150	300
ALUMBRADO DE CALLES, PARQUES Y PASEOS		
Arteria principal:		
En ciudades de mas de 100.000 hab.	10	30
En ciudades de menos de 10.000hab.	5	20
Calles:		
En distritos de residencia.....	2	3
En distritos suburbanos.....	1	2
Importantes, distrito central.....	5	10
Caminos reales y carreteras.....	2-	4
Plazas, parques, bulevares y paseos.....	3	7

Para determinar el nivel de iluminación de las zonas comprendidas en el proyecto, lo dividimos de la siguiente manera:

- a) CIMA DEL PANECILLO:- Monumento a la Virgen.
- Jardín y calles de paso.
- b) ALUMBRADO PUBLICO:- Avenida Aymerich y a construirse.
- Calles y callejones.
- c) CENTROS:- De espectáculos.

- Deportivo.

- Barrial.

d) AREA DE VIVIENDAS:- A conservar.

- A renovar.

- A restaurar.

- A erradicar.

El presente proyecto se limitará a realizar los cálculos de iluminación para las dos primeras zonas que son: Cima del Panecillo y Alumbrado Público. Las tres zonas restantes no iluminaremos debido a que en el plano no indica la ubicación de las actividades específicas que puedan realizar; sino, únicamente la periferie de los centros, áreas de viviendas y recreaciones. Para mayor información podemos observar el plano "A" que se encuentra en el capítulo IV.

II.1.3. NIVEL DE ILUMINACION EN LA CIMA DEL PANECILLO

Es evidente para que la iluminación sea realmente eficaz, será necesario que el monumento a la Virgen, jardín y calles de paso deban permanecer iluminados durante las horas nocturnas, generalmente en base de un sistema de proyectores y luminarias cuyas características veremos posteriormente.

Según la tabla # 1, la iluminación para monumentos en zonas oscuras y superficies oscuras corresponde a un valor de 80 lux mínimo y 150 lux máximo. La estatua tiene una altura de 40 metros y se encuentra sobre un pedestal de

15 metros, esta ubicado en la Cima del Panecillo a 3.012 metros sobre el nivel del mar, por lo tanto es muy visible de todo sector de la ciudad de Quito, porque ésta se encuentra localizada a 2.830 mtr. sobre el nivel del mar.

Generalmente, existen varias direcciones de observación al monumento, de las cuales seleccionamos como línea de observación principal, la parte frontal de la estatua; - que tiene dirección el norte de la ciudad.

En cuanto al jardín y calles de paso, es muy atractivo e interesante porque esta dividido en dos partes como son:

a) Zona de paso

Para llevar a cabo la iluminación del jardín utilizamos un alumbrado de tipo de paso ó circulación con efectos decorativos, de esta manera se proporciona un alumbrado que permita circular con la suficiente seguridad y comodidad visual.

b) Zona estética

En el jardín encontramos la zona de gran importancia estética que representa la muy conocida "Olla de Panecillo" que a causa de su belleza posee una notable capacidad de atracción turística.

Considerando estos dos tipos de zonas podemos tomar valores de iluminación de la tabla # 1 para plazas, parques, bulevares y paseos que corresponde a un nivel de iluminación de 7lux máximo y 3 lux mínimo.

II.1.4. NIVEL DE ILUMINACION EN ALUMBRADO PUBLICO

En todos los lugares donde deben efectuarse un trabajo visual, no se requiere únicamente una iluminación general de elevado nivel de intensidad, sino que es preciso además considerar la calidad de la luz, prestando atención al nivel de iluminación, uniformidad y deslumbramiento.

El nivel de iluminación en la superficie de la Avenida Aymerich y la Avenida a construirse, influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor, inclusive mas que cualquier otro tipo de calzada, porque dichas Avenidas en toda su longitud van en cuesta, por consiguiente, influye sobre su seguridad de percepción. Para esto la uniformidad no deberá ser inferior a 0,15 como indica la tabla # 2, en ningún lugar de las vías de acceso al Panecillo, debido a que el tránsito es ligero.

Personalmente he realizado una estadística sobre la circulación de vehículos y los resultados son los siguientes: Días ordinarios circula un promedio de 4,6 veh/h, mientras que en los días festivos alcanza a 7,5 vehículos/h.

Las Avenidas Aymerich y a construirse además de ser cuestas, tienen curvas, por lo tanto existen muchas sombras, lo que trataremos de eliminar reduciendo la separación de las luminarias para obtener una mejor orientación visual. Con esto damos un mejor factor de uniformidad. Todo esto implica un aumento de costo de la instalación. El deslumbramiento debemos evitarlo ó por lo menos limitarlo con

la finalidad de dar comodidad visual.*

TABLA #2.- COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD PARA
CARRETERAS Y CALLES

ESPACIO A ILUMINAR	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD
CARRETERAS	
Tránsito ligero	0,15
Tránsito mediano	0,15 a 0,25
Tránsito importante	0,25 a 0,35
Tránsito muy importante	0,30 a 0,50
CALLES	
Residenciales	0,10 a 0,15
Comerciales	0,30 a 0,50

Para determinar el nivel de iluminación de la Avenida Aymerich y la que está en proyecto que son vías de acceso al centro turístico del Panecillo, debemos tomar muy en cuenta el incremento de circulación vehicular y peatonal -- que día tras día se obtiene en la zona; por lo tanto consideramos como tránsito mediano, de esta manera damos una iluminación futura para que la instalación no quede prematuramente inadecuada.

De acuerdo con la tabla # 1, el nivel de iluminación correspondiente para calles importantes es de 20 lux - máximo. Los callejones son considerados como caminos rea-

les según la tabla # 1 y corresponde a un nivel de iluminación de 4 lux máximo.

Para finalizar con la selección de niveles de iluminación en cuanto a Alumbrado Público, realizamos una tabla # 3, en la cual expresamos los valores recomendados para el proyecto.

TABLA #3.- NIVELES DE ILUMINACION EN EL PROYECTO DEL PANECILLO

TIPO DE ZONA	ESPACIO A ILUMINAR	ILUM. MAX. (Lux)
CIMA DEL PANECIILLO	-Monumento a la Virgen	150
	-Jardín y calles de paso	7
ALUMBRADO PUBLICO	-Avenidas Aymerich y a construirse	20
	-Calles y callejones	4

II.2. SELECCION DE LUMINARIAS

Debido a la gran diversidad de fuentes luminosas que en la actualidad se disponen, es preciso estudiar las ventajas y desventajas sobre sus características técnicas y aplicaciones que le corresponde a las mismas, para esto dividimos en dos grupos: Incandescentes y De descarga.

II.2.1. INCANDESCENTES

Existen un elevado número de tipos de lámparas in-

candescentes, que se diferencian por sus características constructivas como son: los filamentos, ampollas y casquillos; pero para aplicaciones comunes de luminotecnica se hacen uso de lámparas standard, con reflector y halogenadas; También existen lámparas de incandescencia especiales que las mas importantes a saber son: de construcción reforzada, de horno, azuladas; para candelabros, de escaparate, reflectoras, de cuarzo-yodo, etc. De todas las mencionadas hacemos énfasis a las relacionadas con el proyecto en estudio.

a) Lámparas de construcción reforzada.-

Estas lámparas estan especialmente construídas para ser utilizadas a vibraciones o choques; por ejemplo: en algunas fábricas, en parques de atracciones, etc. En la tabla # 4 se encuentran las características de las lámparas de construcción reforzada.

TABLA #4.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE INCANDESCENCIA, CONSTRUCCION REFORZADA

POTENCIA Vatios	FLUJO LUMINOSO Lúmenes		RENDIMIENTO Lúmenes/Vatio		TIPO DE CASQUILLO
	125-130 Voltios	220-230 Voltios	125-130 Voltios	220-230 Voltios	
15	120	100	8	6,7	B22-E27
25	210	185	8,4	7,4	B22-E27
40	345	310	8,6	7,7	B22-E27
60	600	535	10	8,9	B22-E27

Todas estas lámparas de incandescencia tienen un diámetro de 60 mm. y una longitud total de 104 mm.

b) Lámparas reflectoras

Estas lámparas están construídas con la ampolla de forma parabólica y plateada interiormente de tal forma que este plateado interior convierte a lámpara en un espejo que refleja los rayos emitidos por el filamento. Se puede tener dos tipos de lámparas reflectoras: Intensivas, con haz luminoso concentrado (alrededor de 30°) y las Extensivas, con haz luminoso abierto (alrededor de 50°).

Estos tipos de lámparas se aplican en muchísimos casos por ejemplo: alumbrado de escaparates, de hoteles, -- restaurantes, localiza_{do} en fábricas, iglesias para obtener iluminación concentrada en altares, capillas etc.; de mu-- seos, salas de arte; de exteriores como estatuas, jardínes, árboles, fuentes luminosos, etc. En la tabla # 5 tenemos -- las características de las lámparas reflectoras intensivas y extensivas.

TABLA #5.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE INCANDESCENCIA, REFLECTORAS INTENSIVAS Y EXTENSIVAS

POTENCIA VATIOS	FLUJO LUMINOSO Lúmenes		RENDIMIENTO Lúmenes/Vatio		TIPO DE CASQUILLO
	125-150 Voltios	220-230 Voltios	125-130 Voltios	220-230 Voltios	
60	750	600	12,5	10	B22-E27
100	1450	1200	14,5	12	B22-E27
150	2020	1790	13,5	12	E27
300	4600	4300	15,3	14,3	E27

En el mercado local se encuentra las reflectoras -

intensivas de 150 y 300 Vatios con un diámetro de 125 mm. y una longitud total de 175 mm., mientras que la reflectoras extensivas encontramos de 60, 100, 150 y 300 Vatios con diámetro de 90 mm. y longitud total de 116 mm. para las de 60 y 100 Vatios. Las dimensiones de 150 y 300 Vatios son parecidas a las intensivas.

c) Lámparas de cuarzo-yodo

Representa el avance técnico mas reciente en el campo de las lámparas de incandescencia. Este tipo de lámparas tiene una mayor duración útil y un flujo luminoso mucho mas constante que las lámparas corrientes de incandescencia y las dimensiones de las lámparas de cuarzo-yodo son mucho menores.

Estas lámparas resultan excesivamente brillantes para la iluminación de interiores; pero se emplean profusamente en las siguientes aplicaciones: industriales, deportivas, en transportes, comerciales; varias como iluminación de estudios cinematográficos y de televisión, iluminación de grandes monumentos, etc. En la tabla # 6 exponemos las características de las lámparas de cuarzo-yodo.

II.2.1.1. CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES

Las características de las lámparas incandescentes son determinadas tanto por su aspecto constructivo como por su aspecto de funcionamiento. Para la selección de las luminarias del proyecto; exclusivamente nos dedicaremos a las -

TABLA #6.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE CUARZO-YODO

POTENCIA	W.	1000	1500	2000
TENSION	V.	220	220/240	220/230
FLUJO LUMINOSO	Lm.	20000	30000	40000
DURACION MEDIA	H.	2000	2000	2000
LONGITUD	mm.	189 [±] 3	255	333
DIAMETRO	mm.	11	11	11

características mas importantes de estos focos luminosos.:

a) Rendimiento luminoso y vida útil

Es una de las desventajas de las lámparas incandescentes ya que proporciona un rendimiento relativamente bajo y la vida útil bastante corta, que se debe a la vaporización del filamento que se produce con la temperatura de servicio elevada.

b) Reproducción de colores es excelente.

c) Temperatura de color

Una lámpara incandescente tiene una temperatura de color bajo, alrededor de 3.000°K.

d) Brillo

Característico de estas lámparas es un brillo alto; medio si el globo es mate ó esta revestido de una capa blanca difusora de luz, y un brillo relativamente elevado si el globo esta desnudo. Como un ejemplo de las características mencionadas tenemos: Una lámpara incandescente desnuda tie-

ne un rendimiento luminoso de unos 12 lúmenes/vatio, con una vida útil de 1000 horas. Si se reduce un poco la temperatura del filamento, de manera que la vida útil resulta unas 100 horas mas larga, el rendimiento se reduce en un 2%, de modo que deben utilizarse mas lámparas para lograr el mismo flujo luminoso.

Si se trata de lámparas incandescentes halogenadas las ventajas importantes son tales como un rendimiento razonable hasta 30 lúmenes por vatio, la excelente reproducción de colores, la conexión sencilla a la red eléctrica y el elevado brillo, resultan evidentes por las muchas aplicaciones de estas lámparas para iluminación con proyectores, lámparas de automóviles, lámparas fotográficas, lámparas de proyección y otras, es decir, todas aquellas aplicaciones para las cuales se desea un foco de luz concentrado con una buena reproducción de colores. En algunas de estas aplicaciones, la vida útil de las lámparas desempeña un papel secundario, pero en aquellos casos donde la vida útil si es importante, por ejemplo, para iluminación con proyectores, puede lograrse una vida útil de 2.000 horas con un rendimiento de 20 lúmenes/vatio.

También la vida útil, el consumo de potencia, el rendimiento lumínico y el flujo luminoso de las lámparas incandescentes tienen influencia con las variaciones del voltaje de alimentación; estas variaciones estan representadas en la figura # 2. Para dar orientación de las variaciones

de voltaje, citamos un ejemplo: Con un sobre-voltaje del 5% el flujo luminoso crece en un 20%, pero la vida útil de la lámpara será reducida en el 50%. En caso contrario, si analizamos cuando existe una reducción de voltaje de un 2,5%, la vida útil de la lámpara se incrementa en un 40%, mientras que el flujo luminoso decrece en el 40%.

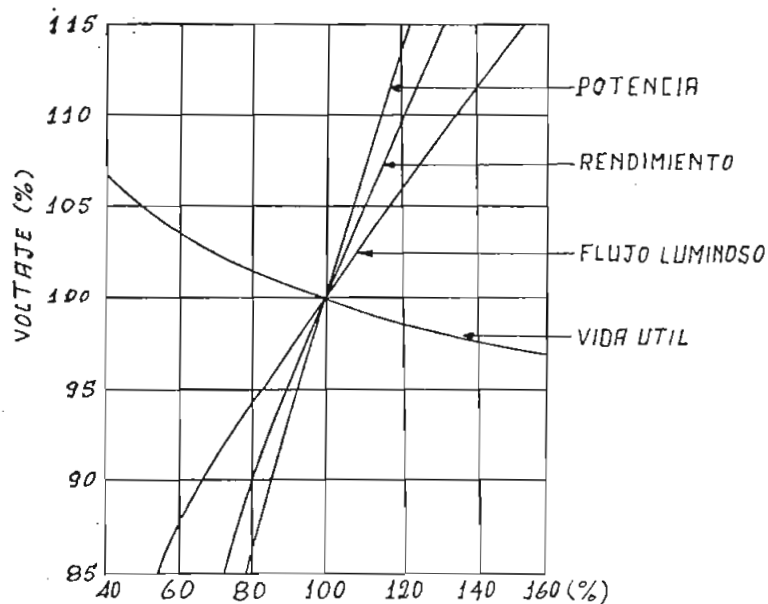


FIG. #2.- CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LAMPARA DE INCANDESCENCIA EN FUNCION DEL VOLTAJE QUE SE LE APLICA

En resumen, dentro de todas las lámparas de incandescencia mencionadas escogemos las que pueden ser utilizadas en nuestro proyecto, para ello esquematizamos una tabla # 7 con el tipo de luminaria y zona a iluminarse.

II.2.2. DE DESCARGA

Las lámparas de descarga también tenemos en gran -

TABLA #7.- PROBABILIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR

ESPACIO A ILUMINAR	TIPO DE LUMINARIA INCANDESCENTE
-Monumento a la Virgen	Cuarzo-yodo
-Jardín y calles de paso	Reflectora-intensiva
-Avenidas Aymerich y a construirse	Reflectora-extensiva
-Calles y callejones	Reflectora-extensiva

escala como las lámparas de incandescencia. Las lámparas de descarga se caracterizan por estar constituidas por una ampolla de vidrio o cuarzo, generalmente de forma tubular a cuyos extremos se fijan dos electrodos que emiten electrones cuando se unen a una fuente de energía eléctrica. La ampolla de las lámparas de descarga contienen un gas que puede ser: Neón, Kriptón, Helio, etc. o una pequeña cantidad de un metal que puede ser: Sodio, Cadmio ó Mercurio que se vaporiza cuando se ceba la descarga.

Dentro de la gran variedad de lámparas de descarga, citamos las mas importantes para aplicaciones de luminotécnica referidos al proyecto de iluminación del Pancillo.

a) Lámpara de vapor de sodio

Este tipo de lámparas son fabricadas tanto a bajas presiones como a altas presiones que describimos a continuación:

- Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Se caracteriza por su radiación monocromática ama-

rilla que tiene poder de penetración en la niebla. Le corresponde una alta eficiencia luminosa y larga vida, el brillo es mucho menos deslumbrador que en las lámparas de incandescencia.

Se utiliza cuando no es importante la reproducción correcta de colores, sino la buena visibilidad, como en el caso de alumbrado; existen ciertos campos de aplicación, donde su empleo ofrece grandes ventajas como en alumbrado de autopistas y carreteras de mucho tránsito, puertos y zonas de clasificación de ferrocarriles, en la industria textil, en almacenes, salas de calderas, iluminación por proyectores de grandes monumentos, porque su tono dorado es de gran efecto estético, revalorizando además el encaje de piedra en los edificios góticos, debido a la perfecta percepción de los detalles.

En la página siguiente presentamos una tabla # 8 con las características técnicas de las lámparas de vapor de sodio.

- Lámpara TUBULAR de vapor de sodio

Los esfuerzos para conseguir lámparas eléctricas de gran potencia luminosa y de elevado rendimiento, ha conducido modernamente al desarrollo de la nueva lámpara tubular de vapor de sodio Na 220W, cuyas aplicaciones son numerosas entre las que podemos citar:

Alumbrado público: Autopistas, carreteras, puentes, túneles
instalaciones portuarias, canales.

TIPO DE LAMPARA	SOI 45 W	SOI 60 W	SOI 85 W	SOI 140W	SOI 200W
Tensión de la red	V. 220	220	220	220	220
Tensión de la lámpara	V. 80	80	165	165	165
Potencia de la lámpara	W. 45	60	85	140	200
Potencia del ballast	W. 20	20	25	35	45
Potencia total	W. 65	80	110	175	245
Potencia luminosa	Lm. 3500	5000	8000	13000	22000
Rendimiento total	Lm/W. 54	62,5	72,5	74,5	90
Brillo	Cd/cm ² 10	10	10	10	10
Período de encendido	Min. 5	5	10	10	15
Duración útil	Hor. 4000	4000	4000	5000	5000
Longitud total	mm. 257	309	424	525	785
Diámetro	mm. 51	51	51	60	60
Forma de la lámpara	tubular	tubular	tubular	tubular	tubular
Posición de funcionamiento	ver. ±110°	hor. ±10°	hor. ±10°	hor. ±10°	hor. ±10°
Casquillo	B22	B22	B22	B22	B22
Condensador para Cos φ=0,9uF	20	20	20	25	30

TABLA #8.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO

Alumbrado industrial: Fundiciones, parques de carbón, canteras, fábricas de cemento, depósitos de materiales.

Aplicaciones diversas: Fachadas de edificios, monumentos, castillos, iglesias.

Sus respectivas características técnicas anotamos en la tabla # 9.

TABLA #9.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA LAMPARA TUBULAR DE VAPOR DE SODIO

TIPO DE LAMPARA		Na 220 W
Tensión de servicio	V	380
Intensidad de corriente no compensada	A	1,5
Potencia nominal de la lámpara	W	220
Flujo luminoso	Lm	26000
Rendimiento luminoso:- Sin reactanc.	Lm/W	118
-Con reactanc.	Lm/W	106
Condensador compuesto a 380 V.	uF	9
Diámetro valor medio	mm	40
Longitud, tamaño máximo	mm	1200

El casquillo de este tipo de lámparas es análogo al de las lámparas fluorescentes de 40 vatios.

- Lámpara de vapor de sodio de ALTA PRESION

Emiten energía a todo lo largo del espectro visible y su rendimiento en color es bastante bueno, si comparamos con el de sodio de baja presión. Su eficacia luminosa -

alcanza a unos 30 lúmenes/vatio. Las lámparas de sodio de alta presión, con su alta eficiencia y agradables propiedades de color, se aplica en alumbrado público y en el industrial de naves altas. Sin embargo de lo dicho arriba, las lámparas de vapor de sodio de alta presión no son apropiadas para aplicaciones en que imponen elevadas exigencias a la reproducción de colores.

En la página que sigue se presenta la tabla # 10 que expresa las características técnicas de las lámparas de vapor de sodio de alta presión.

- Lámpara de vapor de sodio CON HALOGENUROS

Actualmente están en estudio nuevas fuentes, en ellas la corrección de la luz; por adición de halógenos como Indio, Talio y Sodio. Así se obtiene una lámpara con una razonable reproducción de colores y al tratarse de una lámpara de 400 W., con un rendimiento de 80 lúmenes/vatio.

Debido al precio de este tipo, el uso de estas lámparas ha quedado limitado a la iluminación con proyectores, al alumbrado de pistas o campos de deportes y otras zonas de parecida extensión, tales como centros de aglomeración urbana o aparcamientos de automóviles, alumbrado de naves industriales, calles, autopistas, estaciones de ferrocarril y en aquellos casos en que importe una buena reproducción de colores. En este grupo de lámparas de vapor de sodio con halogenuros consideramos la denominada "Lámpara de Estaño" que podrá servir, por consiguiente, en aplicaciones en ---

TIPO DE LAMPARA	SON 250 W	SON/T 250 W	SON 400 W	SON/T 400 W
Tensión de la red	V. 220+6-8%	220+6-8 %	220+6-8%	220+6-8 %
Tensión de la lámpara	V. 100±15 %	100-15 % ⁺	100±15%	100±15 %
Corriente de arranque	A. 4,2	4,2	6,3	6,3
Corriente de la lámpara	A. 3	3	4,4	4,4
Potencia de la lámpara	W. 250	250	400	400
Potencia del ballast	W. 35	35	50	50
Potencia total	W. 285	285	450	450
Potencia luminosa	Lm. 19000	20000	38000	40000
Rendimiento total	Lm/W. 67	70	84	89
Período de encendido	Min. 4	4	4	3
Duración útil	Hor. 4000	4000	4000	5000
Longitud total	mm. 227	257	290	285
Diámetro	mm. 91	47	135	48
Forma de la lámpara	bulbo	tubular	bulbo	tubular
Posición de funcionamiento	hor., ver.	hor., ver.	hor., ver.	cualquier cualquiera

TABLA #10.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

donde se imponen elevadas exigencias a la reproducción de colores, también para alumbrado interior. La lámpara de estaño todavía es cara, debido a la difícil tecnología de fabricación.

A continuación, expresamos en una tabla # 11 las características técnicas de las lámparas de vapor de sodio, con halogenuros.

TABLA #11.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO CON HALOGENUROS

TIPO DE LAMPARA	HPI400	HPI/T400	HPI2000	HPI/T2000
Tensión de la red	V 220	220	220	380
Tensión de encendido	V 190	190	190	340
Tensión de la lámp.	V 125	125	135	240
Corriente de la lámp.	A 3,4	3,4	16,5	9
Potencia de la Lámp.	W 400	400	2000	2000
Potencia del ballast	W 23	23	100	100
Potencia total	W 423	423	2100	2100
Potencia luminosa	Lm 28000	30000	180000	190000
Rendimiento tot.	Lm/W. 66	70	86	90
Período de encendido	M 3	3	5	5
Duración útil	H. *	*	*	*
Longitud total	mm. 290	283	435	465
Diámetro	mm. 122	45	110	102
Forma de la lámpara	ovoide	tubular	tubular	tubular
Casquillo	E40	E40	E40	E40

(*) Como estas lámparas son de muy reciente aparición en el mercado, no se ha podido comprobar todavía prácticamente su duración útil: por extrapolación, han calculado esta duración en unas 2.000 horas.

b) Lámpara de VAPOR DE MERCURIO

Existen lámparas de vapor de mercurio a presiones medias, altas, muy altas; mixtas, de color corregido. No se rán consideradas las de altas y muy altas presiones debido a que las aplicaciones no conciernen en el proyecto; este tipo de lámparas son apropiados para todos los aparatos ópticos que requieren un sistema luminoso puntiforme muy brillante, es decir; reflectores, faros, aparatos de proyección y cine, para impresionar películas de color, tomas de televisión etc.

- Lámpara de vapor de mercurio de MEDIA PRESION

El redimieto de estas lámparas es de 34 lúm./watt. para una lámpara de 80 W., hasta 50 lúm./ watt. y pico para una lámpara de 1.000 W.

En este tipo de lámpara, la reproducción de color es mala. Las grandes ventajas de la lámpara de descarga de mercurio a mediana presión es la vida útil larga y el precio bajo comparado con las lámparas de descarga de alta presión. Por su economía, la lámpara de mercurio ha adquirido especial importancia en el alumbrado de calles. También muchas veces da buen resultado en fábricas, talleres y recintos grandes donde la reproducción de colores no tenga mucha

importancia.

En la tabla # 12, que se expresa en la página siguiente, se resumen las características técnicas de las lámparas de vapor de mercurio

- Lámpara de vapor de mercurio de COLOR CORREGIDO

Son lámparas cuyo aspecto exterior, es idéntico al de una lámpara de mercurio normal; únicamente que el cristal de la ampolla tiene apariencia opalina debido a que el fluorgermanato de magnesio ha sido depositado en la pared interior de la misma, capaz de ser combinada eficazmente con el arco de mercurio a media presión. El mercurio de color corregido se emplean, sobre todo para la iluminación de grandes espacios y en la iluminación de calles, carreteras, naves de fábricas; en las que no importa demasiado el tono de luz. Exponemos en las páginas 39 y 40 las tablas # 13 y # 14 , respectivamente las características de las lámparas de vapor de mercurio de color corregido.

c) Lámpara FLUORESCENTE

Actualmente se fabrican distintos tipos de lámparas en diversas potencias que se caracterizan por su vida útil larga (el doble ó mas que las lámparas de incandescencia); por su elevado rendimiento lumínico (el triple que las lámparas de incandescencia, aproximadamente); la buena reproducción de colores y por su brillo moderado. La aplicación en luminotécnica es amplia; razón por la cual, existen diferentes tipos por la forma de encendido y por el tipo

TIPO DE LAMPARA	HP 80W	HP 125 W	HO 250W	HO 400W	HO 450W	HP 1000 W
Tensión de la red	V 220/230	220/230	220/230	220/230	220/230	220/230
Tensión de encendido	V 180	180	180	190	190	190
Potencia de la lámpara	W 80	125	250	400	450	1000
Potencia del ballast	W 9	10	17	19	23	30
Potencia total	W 89	135	267	419	473	1030
Potencia luminosa	Lm 3000	5000	9000	16000	18500	52000
Rndimiento total	Lm/W 34	37	33	38	39	51
Período de encendido	Min 4	4	4	4	4	4
Duración útil	Hor. 4000	4000	5000	5000	5000	4000
Longitud total	mm 156	177	255	310	300	382
Diámetro máximo	mm 80	90	46	46	50	65
Forma de la lámpara	ovoide	ovoide	tubular	tubular	tubular	tubular
Posición de funcionamiento	cualquiera	cualquiera	vert. $\pm 20^\circ$	vert. $\pm 20^\circ$	vert. $\pm 20^\circ$	vert. $\pm 45^\circ$
Casquillo	E27	E27	E40	E40	E40	E40

TABLA #12.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

TIPO DE LAMPARA	IPL 50 W	HPL 80 W	HPL 125W	HPL 250W
Tensión de la red	V. 220	220	220	220
Tensión de encendido	V. 180	180	180	180
Tensión de la lámpara	V. 95	115	125	135
Potencia de la lámpara	W. 50	80	125	250
Potencia del ballast	W. 9	9	11	17
Potencia total	W. 59	89	136	267
Potencia luminosa	Lm. 1700	3100	5400	11500
Rendimiento	Lm/W. 29	35	40	43
Brillo máximo	Stb. 8	10	10	15
Período de arranque	Min. 5	3,5	1,5	4
Duración útil	Hor. 4000	4000	4000	5000
Longitud total	mm. 130	157	186	227
Diámetro máximo	mm. 55	70	75	90
Forma de la lámpara	ovoide	ovoide	ovoide	ovoide
Posición de funcionamiento	cualquiera	cualquiera	cualquiera	cualquiera
Casquillo	E27-B22	E27-B22	E27-E40 B22	E40

TABLA #13.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE COLOR CORREGIDO

TIPO DE LAMPARA	HPL 400W	HPL 700W	HPL 1000 W	HPL 2000 W
Tensión de la red	V. 220	220	220	380
Tensión de encendido	V. 180	180	180	320
Tensión de la lámpara	V. 140	140	145	270
Potencia de la lámpara	W. 400	700	1000	2000
Potencia del ballast	W. 22	32	43	68
Potencia total	W. 422	732	1043	2068
Potencia luminosa	Lm. 20500	36000	52000	125000
Rendimiento	Lm/W. 48,5	49	50	60
Brillo máximo	Stb. 15	15	15	15
Período de arranque	Min. 4	4	4	4
Duración útil	Hor. 5000	5000	5000	5000
Longitud total	mm. 290	330	410	445
Diámetro máximo	mm. 120	140	165	185
Forma de la lámpara	ovoide	ovoide	ovoide	ovoide
Posición de funcionamiento	cualquiera	cualquiera	cualquiera	cualquiera
Casquillo	E 40	E 40	E 40	E 40

TABLA #14.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE COLOR CORREGIDO

de cátodos empleados, pueden clasificarse en la siguiente forma:

a) Lámpara fluorescente de cátodo caliente y arran instantáneo.

b) Lámpara fluorescente de cátodo caliente y arran que por precalentamiento de los electrodos.

c) Lámpara fluorescente de cátodo frío.

Dentro del segundo grupo, podemos mencionar las siguientes lámparas: De pequeño diámetro, miniatura, circulares, en forma de W, coloreadas; las cuales no describiremos debido a que sus aplicaciones no es finalidad de nuestro estudio; por ejemplo se emplean: en alumbrado localizado y decorativo en interiores, iluminación de lavabos y tocadores etc.

En el caso de las lámparas fluorescentes de cátodo frío tampoco serán considerados, por la tensión existente entre sus electrodos; esta tensión es superior a los 1000 V que se puede suministrar a partir de la red de baja tensión por un transformador elevador de características adecuadas, lo cual aumenta enormemente el costo de la instalación.

a) Lámpara fluorescente de CATODO CALIENTE Y ARRAN QUE INSTANTANEO

- Lámpara fluorescente LUZ_DE DIA

Proporciona un tipo de luz-muy aproximada a la luz-natural. Esta aproximación es suficiente para permitir el empleo simultáneo de estas lámparas y de alumbrado diurno,

así como su utilización para la mayor parte de las verificaciones de color en la industria; por ejemplo: en industrias textiles, industrias de materias colorantes, industria gráfica etc., También en las tiendas de modas, mostradores, vitrinas, salas de exposiciones, museos.

- Lámpara fluorescente BLANCO NORMAL

La temperatura de color es inferior a la lámpara luz de día, aproximadamente 4.200°K . Tiene la ventaja práctica de poderse combinar indistintamente con la luz natural y con la luz de las lámparas de incandescencia. Su campo de aplicación es prácticamente ilimitada; puede utilizarse por ejemplo: para alumbrado público, alumbrado industrial, alumbrado de garajes, oficinas, archivos, talleres, escuelas, etc.

- Lámpara fluorescente BLANCO CALIENTE DE LUJO

Debido a la gran potencia luminosa superior a las restantes lámparas fluorescentes, resulta muy adecuada en aquellos sitios donde no es esencial una perfecta reproducción de los colores; por ejemplo: en alumbrado industrial, alumbrado de calles y carreteras.

En la página siguiente se encuentra la tabla # 15 que resume las características técnicas de las lámparas fluorescentes.

d) Lámparas de XENON

Cuando se excita el xenón en condiciones de fuerte densidad de energía, emite un espectro continuo cuyas radiaciones visibles presentan la interesante característica de

TABLA #15.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES DE ENCENDIDO RAPIDO

TIPO DE LAMPARA TFRS 40	BLANCO NORMAL	LUZ DE DIA DE LUJO	BLANCO DE LUJO	BLANCO CALIENTE
Tensión de la red	V. 125	125	220	220
Pot. de la lámpara	W. 40	40	40	40
Pot. del ballast	W. 20	20	16	16
Potencia total	W. 60	60	56	56
Potencia luminosa	Lm. 2900	2000	2100	2100
Rendimiento	Lm/W. 52	36	37,5	37,5
Longitud	mm. 1200	1200	1200	1200
Diámetro	mm. 37	37	37	37

4 tener una distribución espectral muy parecida a la de una luz natural que procediera, simultáneamente del sol y del cielo.

Dentro de las lámparas de xenón, hay que distinguir dos tipos: De arco corto y de arco largo. De las cuales las primeras no serán consideradas por el tipo de aplicaciones que presentan. Su elevado brillo y las reducidas dimensiones del arco las hacen especialmente adecuadas para la proyección cinematográfica, proyección de diapositivas, para fines científicos tales como en micro-análisis de absorción, para observaciones en el microscópico, en faros, balizamientos, señales de aviso etc.

-Lámpara de xenón de ARCO LARGO

Esta constituido por un tubo de descarga de cuarzo,

de forma cilíndrica, con los electrodos situados a ambos extremos; en este tubo se ha introducido gas xenón. La producción de luz de estas lámparas, se consigue directamente por la descarga eléctrica a través del gas xenón, es decir, que son lámparas de cátodo frío.

Estas lámparas se utilizan para la iluminación de exteriores; por ejemplo: iluminación de grandes espacios, iluminación arquitectónica de edificios, iluminación por inundación de luz, en alumbrado para campos de deportes y en alumbrado de grandes avenidas y plazas públicas.

Veamos en la tabla siguiente las características técnicas de las lámparas de xenón de arco largo.

TABLA #16.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS LAMPARAS DE XENON DE ARCO LARGO

TIPO DE LA LAMPARA		XQO 6000 W	XQO 10000W	XQO 20000W
Tensión de alimentación	V.	220	220	380
Potencia nominal	W.	6000	10000	20000
Corriente nominal	A.	41	73	73
Flujo luminoso	Lm.	140000	250000	500000
Rend. luminoso sin reactancia	Lm/W.	23	25	25
Luminancia	Cd/cm. ²	150	155	160
Intensidad luminosa máxima perpendicular al eje de la lámp.	Cd.	11300	20000	40000
Longitud máxima	mm.	910	1130	1880
Diámetro	mm.	2,5	34,5	34,5
Distancia entre electrodos	mm.	600	750	1500

II.2.2.1. CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS DE DESCARGA

Para las lámparas de descarga de alta presión el rendimiento es considerablemente mayor que el de las incandescentes y la vida útil, en la mayor parte de los casos, es mas larga. El brillo es alto, hasta muy alto. La reproducción de colores con excepción de las lámparas fluorescentes es menos favorable que en el caso de las lámparas incandescentes. La conexión directa a la red es imposible, de modo que para estas lámparas siempre se requiere una reactancia, la excepción a esta regla la constituyen las lámparas de luz mixta.

En el caso de lámparas de descarga de baja presión la reproducción de colores es buena, hasta muy buena para algunos tipos, muy mala para otros; el resto de características de funcionamiento tienen el grado de las de alta presión. En síntesis las características de funcionamiento de las lámparas de descarga considerados son los siguientes:

a) Rendimiento luminoso.-

- Lámpara de mercurio	34 - 90	Lúm./Wat.
- Lámpara de sodio	54 - 131	"
- Lámpara fluorescente	17,5-57	"
- Lámpara xenón	23 - 25	"

b) Brillo.-

- Lámpara de mercurio	460	Cand./Ctm. ²
- Lámpara de sodio	600	"

- | | | |
|------------------------|-----|--------------------------|
| - Lámpara fluorescente | 0,8 | Candelas/cm ² |
| - Lámpara de xenón | 160 | " |

c) Reproducción de colores.-

- | | | |
|------------------------|-------|-------------------|
| - Lámpara de mercurio | Bueno | (con halogenuros) |
| | Malo | (mediana presión) |
| - Lámpara de sodio | Bueno | (alta presión) |
| - Lámpara fluorescente | Bueno | |

d) Temperatura de color.-

- | | |
|------------------------|--------|
| - Lámpara de mercurio | 3000°K |
| - Lámpara de sodio | 4000°K |
| - Lámpara fluorescente | 6500°K |
| - Lámpara de xenón | 7773°K |

e) Vida útil.-

- | | | |
|------------------------|-----------|-------|
| - Lámpara de mercurio | 4000-5000 | Horas |
| - Lámpara de sodio | 4000-5000 | " |
| - Lámpara fluorescente | 4000-5000 | " |

f) Encendido.-

- Para que se produzca la descarga a través de un gas se necesita una cierta tensión mínima de encendido o cebado. Es conveniente disminuir al máximo la tensión de encendido o producirla solamente en un tiempo muy pequeño, para reducir después la tensión hasta el valor de alimentación de la lámpara

g) Factor de potencia.-

- Naturalmente, como en el circuito de una lámpara de descarga, existe el aparato de alimentación o balas

to, que generalmente, tiene elevada reactancia, el factor de potencia de dicho circuito será bajo. Además, sucede que una reactancia o un autotransformador, utilizados para la alimentación de lámparas de descarga, son tanto mejores cuanto mas bajo es su factor de potencia puesto que, entonces, su factor de regulación es mejor: una reactancia con factor de potencia elevado, acorta la vida de lámpara porque un factor de potencia alto significa un valor bajo de reactancia y, por lo tanto, una corriente elevada, que absorbe la lámpara.

Si en el circuito interior de la lámpara, resulta beneficioso un bajo factor de potencia, no sucede lo mismo en su circuito externo; ahora precisamos de un factor de potencia alto y lo mas aproximado a la unidad, al ser un factor de potencia bajo representa una sobrecarga para las líneas eléctricas, una mayor caída de tensión, un mayor calentamiento de las líneas.

Para cumplir las dos condiciones anteriores, se monta condensadores en el circuito de la lámpara. El condensador se monta en paralelo a la reactancia y la lámpara como se presenta en la figura # 3

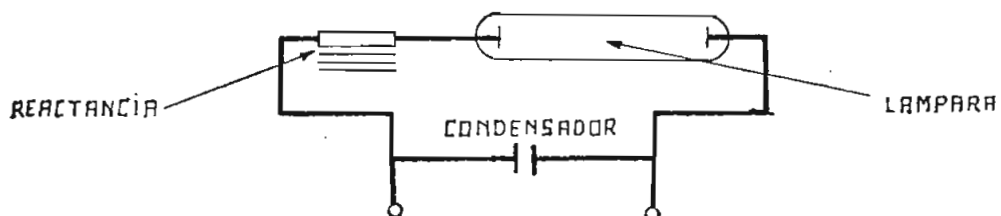


FIG. #3.- CONEXIÓN DE UN CONDENSADOR PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA EN EL CIRCUITO DE UNA LAMPARA DE DESCARGA

h) Temperatura ambiente.-

- Los efectos de temperaturas alta y baja varían con el tipo de lámpara dependiendo de la temperatura del bulbo en condiciones normales de funcionamiento. Las bajas temperaturas causan dificultades en el arranque; pero en el caso de fluorescente, las lámparas de precalentamiento y las de encendido rápido dan un encendido seguro a temperaturas ambiente de 10°C ó superiores.

i) Efecto estroboscópico.-

- Otro factor que hemos de tener en cuenta al realizar el estudio de lámparas de descarga, es el efecto estroboscópico, llamado también centelleo, que se presenta, cuando las lámparas funcionan con corriente alterna.

La emisión de luz cesa cuando se interrumpa la corriente, y como estas interrupciones se realizan dos veces cada período, para la frecuencia de 50 hertzios, se producen 100 puntos de obscuridad. Como consecuencia, los órganos visuales quedan sometidos a un esfuerzo suplementario debido a la adaptación forzada a estas fluctuaciones.

El efecto estroboscópico queda atenuado hasta hacerse insensible, alimentando las diferentes lámparas de una instalación entre las diferentes fases de la red de distribución o por medio de especiales montajes de alimentación de grupos de lámparas.

Es preciso observar las curvas de funcionamiento de las lámparas de descarga; en particular dibujamos las

curvas de las lámparas de mercurio y fluorescente con la finalidad de presentar las diferencias existentes con las lámparas de incandescencia.

En la figura # 4, se expresan las variaciones en tanto por ciento de la tensión de la red en función de las características de la lámpara de mercurio.

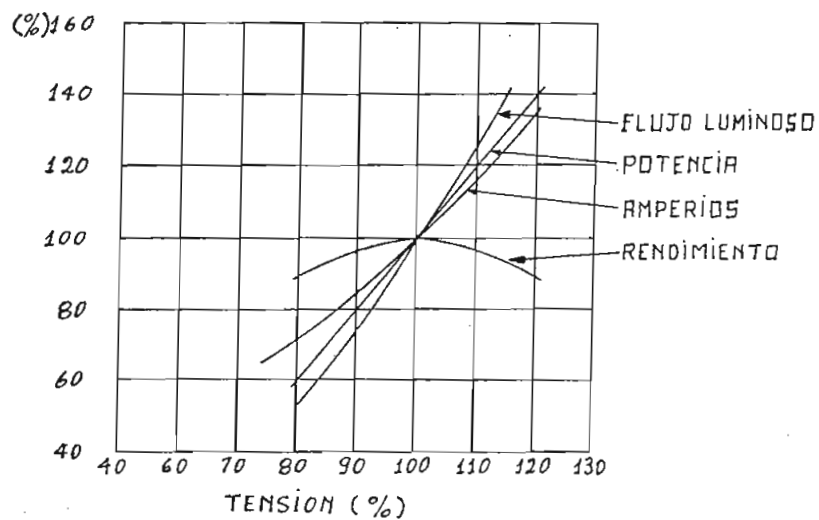


FIG. #4.- CURVAS CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

El análisis de estas curvas se realiza en función de la variación de voltaje de alimentación; por ejemplo, si existe un sobre-voltaje de un 5%, el flujo luminoso aumenta en un 10%; mientras que el rendimiento decrece en un 2,5%. - En la curva del rendimiento notamos que siempre se reduce, al subir o bajar el voltaje de la red; lo que no sucede con las lámparas incandescentes y fluorescentes.

En la figura # 5, que se encuentra en la página siguiente, muestra la influencia de las fluctuaciones de la alimentación sobre las características de la lámpara fluores

cente. El flujo luminoso es directamente proporcional a la tensión; por lo tanto, a tensiones inferiores de la nominal de la lámpara, el flujo luminoso es menor y el rendimiento luminoso disminuye, además el encendido de la lámpara se hace inseguro lo que afecta desfavorablemente a la duración de la lámpara.

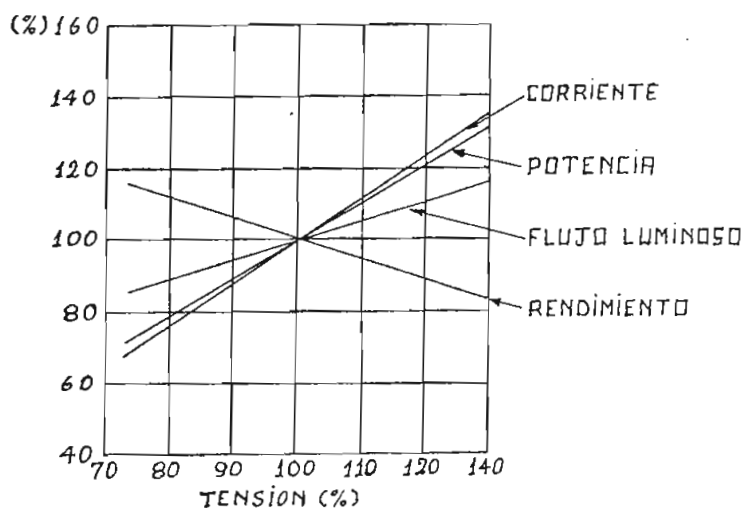


FIG. #5.- CURVAS CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LAMPARA FLUORESCENTE

II.2.2.2.EQUIPOS AUXILIARES

Hemos visto que para se establezca la descarga autónoma, es necesario alimentar la lámpara con una tensión suficiente, denominada tensión de encendido. 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 alcanzaría valores peligrosamente altos si no se conectaría en serie con la lámpara una bobina auto-in

ductiva que es el balasto el cual limita dicha corriente en un valor tal que conserva constante la descarga a través del gas contenido en el tubo.

Este dispositivo (el balasto) está diseñado para satisfacer requisitos muy estrictos. Aparte de estabilizar en forma segura la corriente de la lámpara, debe tener: Un alto factor de potencia en el exterior del circuito, lo que asegura el uso económico de la energía suministrada; una impedancia alta en las frecuencias audibles; condiciones requeridas para el encendido de la lámpara.

Los diferentes tipos de lámparas de descarga al igual que las lámparas incandescentes se pueden introducir en un proyector o un reflector. Los proyectores se emplean para fines utilitarios diversos, así como para aplicaciones de tipo decorativo y de propaganda, instalaciones provisionales para iluminar obras que tengan que terminarse a plazo fijo y exijan el trabajo nocturno; alumbrado de cruces peligrosos; alumbrado de campos de deportes.

Los proyectores de alumbrado se utilizan también en gran escala para exaltar la seriedad y belleza de los edificios importantes, la belleza arquitectónica de las catedrales, monumentos y jardines. El efecto de luz que se busca en estos casos queda influido notablemente por las situaciones posibles para los proyectores que se deben al carácter arquitectónico y detalles del edificio o monumento a iluminarse, carácter o negocio del mismo, alrededores etc.

Al respecto del color, los proyectores con luces de color contribuyen al efecto artístico, sumando a la iluminación externa, el magnífico efecto de los colores brillantes y de las sutiles sombras. Tanto para la propaganda como para la estética, el color es un valioso aliado de la iluminación con proyectores. El sencillo procedimiento de cambiar los colores de luz con filtros giratorios, permite realzar la belleza de edificios, monumentos, pilas y jardines. Las modernas lámparas de descarga son inherentemente coloreadas y su luz es muchísimo mas eficiente que la obtenida por absorción con filtros de color y lámpara de incandescencia. Los animados cambios de color atraen la atención y producen una impresión agradable.

A continuación establecemos una tabla de probabilidad de lámparas de descarga a utilizarse en el proyecto.

TABLA #17.- PROBABILIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR

ESPACIO A ILUMINAR	TIPO DE LUMINARIA DE DESCARGA
-Monumento a la Virgen	Proyector-Sodio con halogenuros
-Jardín y calles de paso	Lámp. Mercurio color corregido
-Avenidas Aymerich y a construirse	Lámp. Sodio Baja ó Alta presión
-Calles y callejones	Lámpara de vapor de Mercurio

II.2.3. LUMINARIAS A UTILIZARSE EN EL PROYECTO

Con referencia a la tabla # 7 de la página 29 y la tabla # 17 de la página 53, definimos el tipo de luminaria a utilizarse en las diferentes áreas del proyecto; considerando que la LAMPARA DE INCANDESCENCIA, es de cómodo empleo y existen en el mercado una gama muy amplia de potencias -- disponibles de diferentes fabricaciones como PHILIPS, OSRAM por lo tanto, puede resultar una buena solución en la gran parte de los problemas de iluminación. Sin embargo, su bajo rendimiento luminoso y su duración útil media, reducida a unas 1.000 horas, restringe prácticamente su utilización. En las condiciones indicadas, el empleo de la lámpara de incandescencia, resulta económico, debido al costo moderado del material y de la instalación, a pesar del precio elevado de la energía consumida por esas lámparas y de la mano de obra necesaria para la reposición de las lámparas al final de su vida útil.

En cuanto a la LAMPARA FLUORESCENTE, se impone --- cuando se precisa una elevada temperatura de color, es decir, para tonos blancos de luz. También resulta interesante su empleo cuando el nivel de iluminación necesario sobre el plano útil de trabajo, alcanza o sobrepasa los 200 lux, sobre todo si la instalación ha de estar funcionando durante un elevado número de horas al año como puede ser 2.000 horas ó mas.

Cuando las condiciones de calidad de luz-son menos

imperativas, se puede hacer uso de las LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO O SODIO, que muchas lámparas de este tipo resultan económicas por su elevado rendimiento luminoso y por su larga duración útil.

En cuanto a las LAMPARAS DE XENON, tienen una característica que es su elevado brillo que para ciertas aplicaciones constituye un inconveniente pero para otras, es una gran ventaja. El elevado costo de estas lámparas, el equipo de alta tensión necesario para el encendido y sobre todo su elevado brillo, son inconvenientes que han impedido su utilización en iluminación de interiores.

II.2.3.1. LUMINARIAS A UTILIZARSE EN LA CIMA DEL PANECILLO

a) Monumento a la Virgen.-

Durante las horas diurnas esta iluminado por la luz directa del sol, donde sobresalen rasgos arquitectónicos que se ponen en relieve por un variado juego de sombras que podemos apreciar durante la tarde cuando el sol baja, sus rayos impactan en el monumento y se le mira un color plateado brillante. Ordinariamente, no podemos lograr con luz artificial el mismo efecto creado por la luz diurna; sin embargo, dotaremos de iluminación que permita la mayor visibilidad del monumento, ya que se encuentra ubicado en un sitio estratégico que se lo mira de todo lugar de la ciudad. Lo ideal para este propósito sería la utilización de proyectores con lámparas de xenón de 6.000 W y 140.000 lúme

nes, pero el inconveniente se debe a que en el mercado local y nacional no se tiene a la venta; por lo tanto, se tendría que importar de Alemania, México, Argentina donde fabrican dichas lámparas; todo esto eleva altamente el costo por lo que nos vemos obligados a rechazar este tipo de lámparas.

Para satisfacción de todo lo anotado anteriormente utilizamos proyectores con lámparas de vapor de sodio con halogenuros de 2.000 W. y 180.000 lúmenes, datos que se encuentran en la tabla # 11. Estas lámparas con halogenuros pueden reemplazar a nueve lámparas incandescentes de cuarzo yodo de 1.000 W. y 20.000 lúmenes; si es necesario un mismo flujo luminoso.

b) Jardín y calles de paso.-

La luz que vamos a dotar en el jardín y calles de paso es con fines de comodidad visual, es decir, se requiere de una buena reproducción de colores debido a que las calles de paso sirven para que los turistas descansen o transiguen libremente. La iluminación del jardín implica los arbustos, flores y en especial la denominada Olla del Panecillo; por lo tanto, el objetivo esencial de la iluminación es el de acentuar durante la noche la belleza del escenario.

Para iluminar estas zonas tomaremos en cuenta las luminarias de mercurio de color corregido según la tabla # 17, con este tipo de luminaria obtenemos una buena reproduc

ción de colores, además es justificable la utilización de las luminarias de mercurio de color corregido o también llamada fluorescente de mercurio porque se puede combinar con la luz natural por la equilibrada combinación con el revestimiento fluorescente, proporciona una luz blanca muy viva y de tono agradable y adecuado para el propósito.

II.2.3.2. LUMINARIAS A UTILIZARSE EN ALUMBRADO PUBLICO

a) Avenidas Aymerich y a construirse.-

Para evitar las sombras y permitir una buena visibilidad y seguridad en el tráfico peatonal y motorizado recurrimos a la tabla # 17 donde quedó pre-seleccionado las lámparas de vapor de sodio a baja presión y de alta presión. En el proyecto se empleará las de alta presión porque tiene un rendimiento en color bastante bueno, por consiguiente, se obtendrá mejor comodidad visual en la vía. Las lámparas de sodio de baja presión produce una luz monocromática; por lo tanto, no pueden ser usadas donde se desea tener visibilidad y distinguir colores.

b) Calles y callejones.-

Las calles son de poca movilización vehicular y los callejones son vías únicamente peatonales, en consecuencia, la iluminación se limitará a la visibilidad y seguridad de las vías y además el vecindario; para este fin empleamos luminarias incandescentes del tipo reflectora extensiva, como indica la tabla # 7 donde quedó pre-seleccionada. La lámpara de descarga que indica la tabla # 17 no hacemos

uso debido a su alto costo inicial en comparación de la lámpara incandescente.

En la tabla # 18, se expresa un resumen de las luminarias que serán útiles en el proyecto.

TABLA #18.- LUMINARIAS UTILES EN EL PROYECTO DE
DE ILUMINACION DEL PANECILLO

ESPACIO A ILUMINARSE	LUMINARIA UTIL
-Monumento a la Virgen	Proyector con lámpara de vapor de sodio con halogenuros.
-Jardín y calles de paso	Ornamental con lámpara de vapor de mercurio de color corregido
-Avenidas Aymerich y a construirse	Luminaria de vapor de sodio de alta presión
-Calles y callejones	Reflectora-extensiva con lámpara incandescente

II.3. SELECCION DE APOYOS

Para realizar la selección de apoyos es importante dar a conocer los diferentes tipos y sus características técnicas para saber a ciencia cierta que tipo de poste vamos a emplear.

Los apoyos o postes son un elemento indispensable en la construcción de líneas aéreas, en especial para alumbrado público; pueden ser: torres estructurales de acero, postes de acero, de madera y hormigón armado, se emplean se

gún la importancia de las conducciones y la situación de la línea.

II.3.1. TORRES ESTRUCTURALES DE ACERO

Se construye con cuatro montantes de hierro angulares de gran perfil enlazados por diagonales. Las torres de acero se emplean en líneas de alta tensión con tramos de --mas de 90 metros.

II.3.2. APOYOS DE ACERO

Se fabrican postes de celosía, de alma desplegada y tubulares. Los postes de acero de celosía y alma desplegada se usan para líneas de media tensión, con tramos de 75 a 90 metros. Su vida es de 50 años ó mas, según la eficiencia de la pintura. Los postes tubulares estan formados por trozos de tubo de acero de diámetro decreciente desde la base hasta la coronación. Se usan en las ciudades donde la apariencia es importante. Su elevado coste hace prohibitivo el uso en el campo.

II.3.3. APOYOS DE HORMIGÓN ARMADO

Son duraderos y generalmente caros. La vida de un poste de hormigón armado correctamente construído es prácticamente ilimitada. La facilidad del hormigón armado para satisfacer a casos especiales es una gran ventaja. La forma externa puede modificarse sin gran trabajo para adaptarse a

cualquier motivo deseado de decoración. Cuando se desea el paso de hilos desde la parte alta del poste al subsuelo, pueden hacerse huecos los postes con muy pequeño gasto adicional y los hilos quedan completamente ocultos y protegidos de la intemperie. Los postes de hormigón armado pueden romperse pero no caerán al suelo. El principal inconveniente de los mismos está en el coste y en la dificultad de fabricación, son pesados y molestos para el transporte.

Se fabrican postes de hormigón armado de sección poligonal, de seis a ocho lados y también de sección circular, a los que puede darse la conocida que se desea y que es, aproximadamente, la de los postes de madera.

II.3.3.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS APOYOS DE HORMIGON ARMADO

Los postes de hormigón armado y centrifugado, tienen la parte exterior lisa de sección circular hueca, que permite el paso de conductores eléctricos por el interior del poste. Para esto se provee orificios laterales cerca de la punta y bajo el nivel de empotramiento, o una caja de revisión sobre el nivel de empotramiento. En los postes cónicos truncos, su diámetro aumenta hacia la base con una cierta conocida, por ejemplo de 1,5 cm. de espesor por metro de longitud.

La pared de concreto del poste flutúa entre 4 y 6 centímetros, según la sección y clase de poste, lo cual ha-

ce que también varíe el peso total.

La carga de rotura se obtiene en dos formas:

HORIZONTAL.- A 20 cm. de la punta, perpendicular al eje del poste.

VERTICAL.- Aplicada en una sección bajo el primer tercio superior.

II.3.4. APOYOS DE MADERA

Se caracterizan por la calidad de la madera y por el tratamiento dado a la madera para que no se pudrán rápidamente. Para su duración los postes de madera tienen ciertas condiciones, como los extremos no deben tener carcomidos, huecos; estarán limpios de clavos y elementos metálicos, también se restringen de rajaduras, daños ocasionados por insectos etc.

Debido al constante incremento de la escasez de madera y los gastos de mano de obra que representa la reposición de los postes podridos, es práctica general la de impregnar los postes de madera con ciertas sustancias que impiden o retrasan la pudrición, para ello existen métodos de tratamiento de la parte inferior de los postes, en otros casos suelen someterse en toda su longitud a tratamiento.

II.3.4.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS APOYOS DE MADERA

Los postes de madera cilíndricos tienen una conocidad de 0,6 a 0,8 cm. por metro de longitud, clasificándose

por su altura y por los diámetros en la cogolla y en la base. La duración de los postes de madera es variable y depende de las circunstancias que concurren en el clima, en el clima de la región que los afecta. Los postes con tratamiento suelen durar entre 20 y 25 años, los postes sin tratamiento son de vida corta. Algunas veces se carbonizan la parte que va enterrada y la zona de salida al exterior del terreno, pero aun así, sólo es posible contar con una duración de tres o cuatro años. La figura # 6 nos muestra, que las maderas mas blandas y porosas, que son las que de mas prisa se pudren, son las mas beneficiadas y las que ofrecen vida mas larga después del tratamiento.

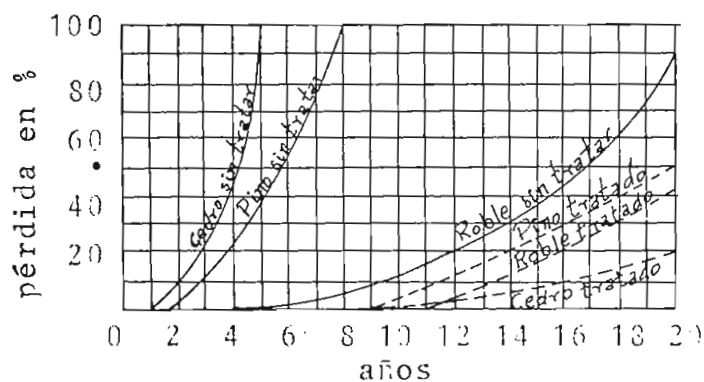


FIG. #6.- VIDA DE LOS POSTES TRATADOS Y SIN TRATAR

II.3.5. APOYOS EN LA CIMA DEL PANECILLO

a) Monumento a la Virgen.-

Los proyectores serán ubicados en puntos específicos del terreno de acuerdo a la capacidad luminosa de la lámpara, la ubicación de estos puntos de luz-determinaremos posteriormente y en el caso que sea necesario de apoyos, en

plearemos de hormigón armado con superficie octogonal cuya longitud determinará la potencia luminosa del proyector.

b) Jardín y calles de paso.-

En estas áreas se usan postes tubulares de hierro de 3" de diámetro y 4 metros de longitud para colocar sólo la luminaria en el tope del apoyo, es decir, no requiere de brazo para fijación de la fuente de luz. Para mayor fijación del terminal inferior del poste se ha diseñado una base de concreto en la cual se introduce el poste. Se ha escogido la longitud mencionada, por la función que desempeñan las calles de paso, como es, el tránsito únicamente peatonal en forma lenta. Además para dar mayor colorido.

II.3.6. APOYOS PARA ALUMBRADO PUBLICO

a) Avenidas Aymerich y a construirse.-

En estas vías se emplearán postes de hormigón armado centrifugado de 12,50 metros de longitud cuando se requiere el servicio de suspender la línea de alta tensión, baja tensión y la fuente de luz ó sólo la luminaria.

b) Calles y callejones.-

El ancho de las calles fluctúan entre 7 y 8 metros y los callejones entre 5 y 6 metros, es decir, son vías angostas, hasta muy angostas, en donde empleamos postes de madera tratada por la facilidad de transportación y por su economía ya que estas vías son de poca importancia y difíciles de llegar a ellas. Las longitudes de los postes son: de

9 metros para las calles y 8 metros para los callejones, éstos serán utilizados para la red de bajo voltaje, necesarios a todo el largo de las calles y callejones para el servicio de las respectivas acometidas de los abonados.

II.3.7. DISTANCIA ENTRE APOYOS

Se puede hacer uso del llamado diagrama isolux. Con este diagrama se puede leer la iluminación en cualquier punto de la calzada y determinar la distancia entre dos luminarias. La construcción de un diagrama isolux es un trabajo que exige mucho tiempo, debido a que corresponde sacar curvas isolux relativas para cada tipo de luminaria, motivo por la cual y por simplificación la distancia entre apoyos establecemos en función de la altura de fijación del aparato de alumbrado, es decir, cuanta mayor sea la altura, mayor es la separación. Las distancias adoptadas en los casos prácticos, oscila entre 20 y 60 metros que, generalmente, viene a representar de 4 a 7 veces la altura total de fijación de los aparatos de alumbrado. La explicación de estas cifras podemos decir, que el número mayor es un factor para utilizar cuando la vía es una recta o cuando es una curva de radio superior a los 300 metros; la cifra menor aplicamos cuando la vía tiene un radio de curvatura pequeño.

Para simplificar, elaboramos una tabla con el tipo y separación de los apoyos. En la tabla # 19 definimos dos valores para el respectivo sitio de colocación, lo cual sig

nifica que la separación de los postes dependen de la geometría de la calzada o el sitio a iluminar.

Como indicamos anteriormente, para la iluminación del monumento puede o no ser empleados apoyos, pero si es necesario la separación del objeto a iluminar y la fuente de luz que será determinado posteriormente. En el caso que no se utilice apoyos, el efecto de iluminación deseado indicará los lugares adecuados para los proyectores y no quedará la iluminación externa supeditada a la de los focos que buenamente pudieran instalarse. Los proyectores se situarán en forma que no produzcan deslumbramiento y que no llamen demasiado la atención del público.

TABLA #19.- TIPO Y DISTANCIA DE APOYOS A UTILIZARSE

SITIO A COLOCAR	TIPO DE APOYO	LARGO (Mtr)	ALTURA DE FIJACION (Mtr)	DISTANCIA DE APOYOS (Mtr)
Monumento a la Virgen	Hormigón armado centrifugado	---	---	---
Jardín y calles de paso	Tubulares de hierro de Ø 3"	3,9	3	12-18
Avn. Aymerich y a construir	Hormigón armado centrifugado	12,5	10,6	37,1-53,0
Calles	Madera tratada	9	7,45	29,8-44,7
Callejones	Madera tratada	8	6,55	26,2-39,3

Los valores obtenidos en la tabla anterior no son

específicos; por ejemplo, en las Avenidas se emplean postes de 12,5 metros sólo para las luminarias ,pero en el caso de que se utilizen las redes de alta tensión y baja tensión, - la altura de fijación de las fuentes de luz disminuye a 8,3 metros sobre el nivel del terreno. Al respecto de las distancias de los apoyos pueden oscilar sobre los datos calculados, de acuerdo a las condiciones del terreno.

II.4. CALCULO DE LA ILUMINACION DE ALUMBRADO PUBLICO

Después de haber tomado la decisión con respecto a la geometría básica de los puntos de luz, procedemos al cálculo de la iluminación exterior, para el caso existen diferentes procedimientos. El mas exacto es el denominado "Punto por punto", pero este sistema de cálculo es largo, por lo que se han ideado procedimientos de cálculos mas rápidos aunque menos precisos. Para información del lector, aplicaremos este último que consiste en subdividir la superficie de la calle o carretera que se ha de iluminar, en rectángulos de igual áreas suficientemente pequeñas, para que pueda verificarse que la iluminación varía poco en el interior de estas superficies, calculamos el nivel de iluminación medio en el interior de cada una de ellas, utilizando el método punto por punto.

Antes de realizar los cálculos de la iluminación de alumbrado público y emplear el método respectivo, sintetizamos todo lo dicho en las páginas anteriores.

II.4.1. CALCULO DE LA ILUMINACION DE LAS AVENIDAS

Las Avenidas Aymerich y a construirse, vías de acceso al Panecillo de 8 y 12 metros de ancho, respectivamente, vamos a iluminar con aparatos de alumbrado provisto de una lámpara de vapor de sodio de alta presión de 400 W.; el aparato de alumbrado esta representado en la figura # 7 y la curva fotométrica correspondiente en la figura # 8. Iluminaremos la calzada en forma unilateral, es decir, con aparatos situados en una sólo acera. Los aparatos estarán montados a 11,20 metros de altura sobre la calzada y la distancia entre los mismos es 45 mt. en vía recta y 35 mt. en vía curva. Queremos saber la iluminación media conseguida, así como los valores de las iluminaciones máxima y mínima para poder hallar el coeficiente de uniformidad.

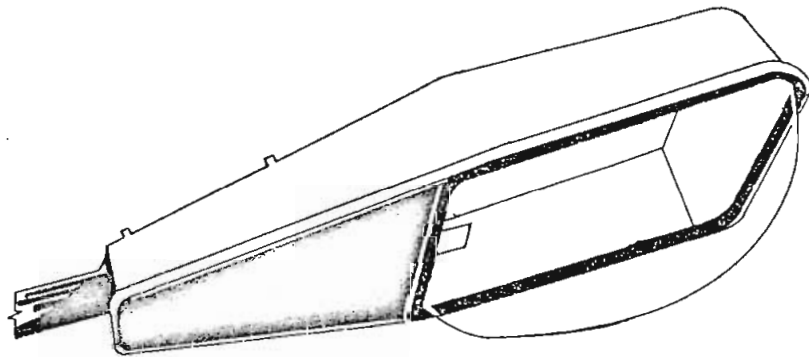


FIG. #7.- APARATO DE ALUMBRADO PROVISTO PARA LAS AVENIDAS DEL PANECILLO

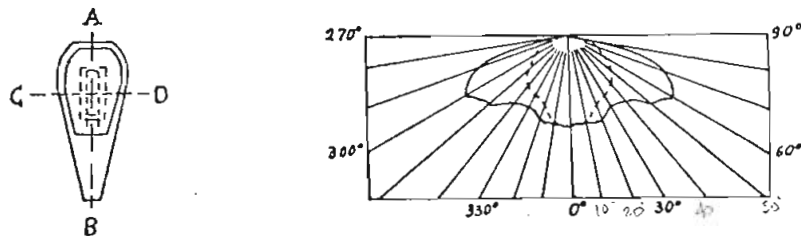


FIG. #8.- CURVA FOTOMETRICA PARA 1.000 LUMENES DEL APARATO DE ALUMBRADO DE LA FIGURA ANTERIOR

Lo primero que haremos es determinar la iluminación producida por un sólo aparato de alumbrado, teniendo en cuenta que la lámpara de vapor de sodio de alta presión de 400 W. proporciona un flujo luminoso de 40.000 lúmenes. Para ello, vamos a utilizar un método mixto gráfico-numérico, dibujando a escala la altura de suspensión del aparato de alumbrado y el tramo de calzada que ha de iluminarse, es decir, tal como se representa en la figura # 9; sobre la curva fotométrica, se van determinando los distintos ángulos que corresponden a las distancias hasta el pie de la lámpara. Suponemos que el plano de trabajo esta a un metro del suelo, por lo tanto la altura que hemos de tener en cuenta en nuestros cálculos, es:

$$h_s = h_f + h_b \quad (1)$$

h_s = Altura de suspensión de la luminaria.

h_f = Altura de fijación de la luminaria.

h_b = Altura del brazo de la luminaria = 0,60 mtr.

$$(1) \quad h_s = 10,6 \text{ mtr.} + 0,6 \text{ mtr.}$$

$$h_s = 11,2 \text{ mtr.}$$

$$h_m = h_s - 1 \text{ mtr.} \quad (2)$$

h_m = Altura de montaje.

1 mtr. = Altura del plano de trabajo (asumido)

$$(2) \quad h_m = 11,2 - 1$$

$$h_m = 10,2 \text{ mtr.}$$

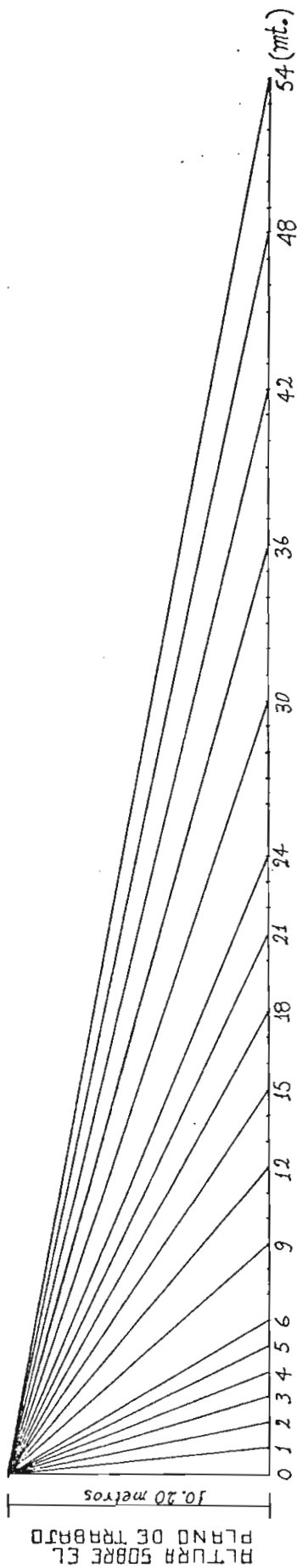


FIG. #9. - METODO GRAFICO-GEOMETRICO PARA LA DETERMINACION DE LOS DISTINTOS ANGULOS QUE CORRESPONDEN A LAS DISTANCIAS HASTA EL PIE DE LA LAMPARA

ALTURA SOBRE EL PLANO DE TRAZADO

Para hallar la iluminación horizontal a las diferentes distancias recurrimos a la fórmula conocida:

$$E_h = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h_m^2} \quad (3)$$

Por ejemplo: Al pie de la lámpara, el ángulo α es 0° , por lo tanto, $\cos^3 \alpha = 1$; para este mismo ángulo la intensidad luminosa, para una luminaria de 1.000 lúmenes da un valor de 138 candelas (ver figura # 8 ó 9), pero en el proyecto buscamos la intensidad luminosa para una luminaria de 40.000 lúmenes y el valor correspondiente es:

$$I_{\alpha} = 138 \text{ Cd} \times 40$$

$$I_{\alpha} = 5520 \text{ Cd.}$$

$$(3) \quad E_h = \frac{5520 \text{ Cd} \times 1}{(10,2\text{mt})^2}$$

$$E_h = 53,06 \text{ Lux.}$$

Los resultados de todos los cálculos se han expuesto en la siguiente tabla.

TABLA #20.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION HORIZONTAL EN LAS AVENIDAS AYMERICH Y A CONSTRUIRSE

DISTANCIA AL PIE DE LA LAMPARA Metros	ANGULO α Grados	$\cos^3 \alpha$	I_{α} PARA 1.000 LUMENES Candela	I_{α} PARA 40000 LUMENES Candela	ILUMINACION HORIZONTAL E_H Lux.
0	0	1,000	138	5.520	53,06
1	6	0,984	135	5.400	51,07
2	12	0,936	140	5.600	50,38
3	18	0,860	136	5.440	44,97
4	22	0,797	132	5.280	40,45
5	27	0,707	132	5.280	35,88

TABLA #20.- (CONTINUACION)

6	32	0,610	132	5.280	30,96
9	43	0,391	140	5,600	21,05
12	52	0,233	160	6.400	14,33
15	57	0,162	170	6.800	10,59
18	62	0,104	180	7.200	7,20
21	66	0,067	160	6.400	4,12
24	69	0,046	145	5.800	2,56
30	74	0,021	118	4.720	0,95
36	77	0,011	100	4.000	0,42
42	79	0,007	80	3.200	0,22
48	80	0,005	50	2.000	0,10

Los resultados expresados en la tabla # 20, graficados en la figura # 10 que se encuentra en la página siguiente; obteniéndose la curva de iluminación en el suelo de las Avenidas Aymerich y a construirse.

Una vez se ha hecho esto, dibujaremos, también a escala, un tramo en planta de cada una de las Avenidas que se han de iluminar como las figuras # 11 y 12, con la situación de los aparatos de alumbrado. Cada uno de estos aparatos contribuyen a iluminar la porción del suelo que hemos rayado en las figuras mencionadas. En consecuencia, determinaremos la iluminación en la mitad de la superficie, lo cual dividiremos en 8 rectángulos iguales y calculamos la iluminación en el centro de cada rectángulo, sólomente tene-

mos en cuenta la iluminación producida por los dos aparatos de alumbrado mas cercanos, ya que la iluminación producida por los restantes, es despreciable.

a) Avenida Aymerich.-

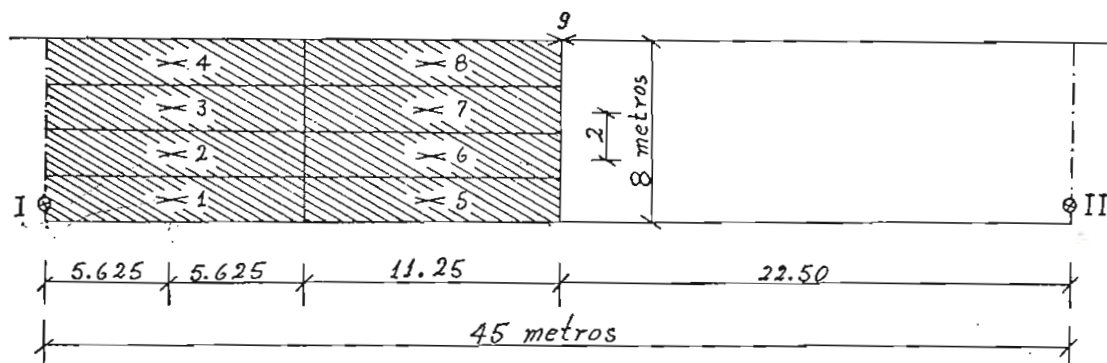


FIG. #11.- CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO DE LA AVENIDA AYMERICH

Por simplificación, recopilamos los resultados de los cálculos en la tabla siguiente:

TABLA #21.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA		ILUMINACION		ILUMINACION TOTAL lux
	LAMP. I metros	LAMP. II metros	LAMP. I lux	LAMP. II lux.	
1	5,713	39,388	32,20	0,45	32,65
2	6,375	39,489	29,60	0,43	30,03
3	7,526	39,691	25,70	0,40	29,10
4	8,980	39,992	20,80	0,39	21,19
5	16,905	28,143	8,40	1,24	9,64
6	17,140	28,285	7,90	1,20	9,10
7	17,600	28,566	7,50	1,16	8,66
8	18,269	28,983	6,20	1,11	7,31

Cálculo de la iluminación media:

$$E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n}{n} \quad (4)$$

$$E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8}{8}$$

$$E_m = \frac{32,65 + 30,03 + 26,1 + 21,19 + 9,64 + 9,10 + 8,66 + 7,31}{8}$$

$$E_m = 18,09 \text{ Lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación corresponde al punto Núm. 1

$$E_{\text{máx}} = 32,65 \text{ Lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm. 9

y se calcula de la siguiente manera:

Distancia de la lámpara I = 22,88 mt.

Distancia de la lámpara II = 22,88 mt.

Iluminación de la lámpara I = 3,27 lux.

Iluminación de la lámpara II = 3,27 lux.

$$E_{\text{mín}} = 6,54 \text{ lux.}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$g = \frac{E_{\text{mín}}}{E_{\text{máx}}}$$

$$g = \frac{6,24 \text{ lux}}{32,65 \text{ lux}}$$

$$g = 0,19$$

Flujo luminoso útil:

El flujo que llega a la superficie del suelo deter

minaremos de la siguiente manera:

S = Superficie del espacio comprendido entre dos lámparas - consecutivas.

$$S = \text{largo} \times \text{ancho} \quad (6)$$

$$S = 45 \text{ mt.} \times 8 \text{ mt.}$$

$$S = 360 \text{ mt.}^2$$

$$\phi_{\text{útil}} = E_m \times S \quad (7)$$

$$\phi_{\text{útil}} = 18,09 \text{ lux} \times 360 \text{ mt.}^2$$

$$\phi_{\text{útil}} = 6512,4 \text{ lúmenes.}$$

b) Avenida a construirse.-

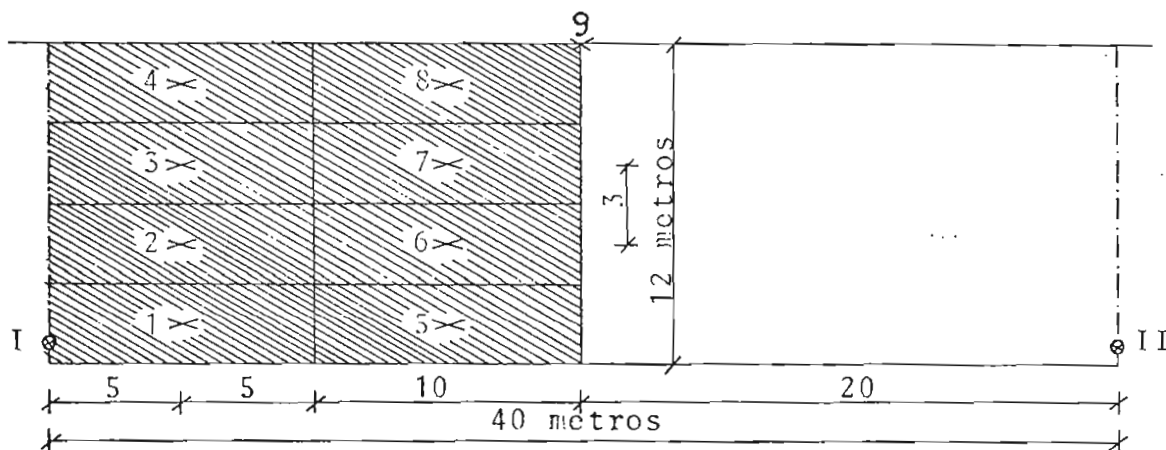


FIG. #12.- CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO DE LA AVENIDA A CONSTRUIRSE

En la tabla siguiente, recopilamos los resultados de los cálculos de las distancias de cada una de las lámparas con sus respectivos niveles de iluminación considerados de la figura # 10, que esta representado en función de la distancia.

TABLA #22.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA		ILUMINACION		ILUMINACION TOTAL Lux
	LAMP. I Metr.	LAMP. II Metr.	LAMP. I Lux	LAMP. II Lux	
1	5,22	35,03	35,10	0,65	37,75
2	6,73	35,29	28,60	0,59	29,19
3	9,01	35,79	21,10	0,42	21,52
4	11,63	36,54	14,90	0,33	15,23
5	15,07	25,04	10,40	2,21	12,61
6	15,66	25,40	9,70	2,08	11,78
7	16,77	26,10	8,40	1,95	10,35
8	18,31	27,12	6,93	1,69	8,62

Cálculo de la iluminación media:

$$(4) \quad E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8}{8}$$

$$E_m = \frac{37,75 + 29,19 + 21,52 + 15,23 + 12,61 + 11,78 + 10,35 + 8,62}{8}$$

$$E_m = 18,38 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación máxima corresponde al punto Núm. 1

$$E_{\text{máx}} = 37,75 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm. 9

y se calcula de la siguiente manera:

Distancia de la lámpara I = 23,32 mt.

Distancia de la lámpara II = 23,32 mt.

Iluminación de la lámpara I = 3,06 lux.

Iluminación de la lámpara II = 3,06 lux.

$$E_{\text{mín}} = 6,12 \text{ lux}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$(5) \quad g = \frac{6,12 \text{ lux}}{37,75 \text{ lux}}$$

$$g = 0,16$$

Flujo luminoso:

$$(6) \quad S = 40 \text{ mt} \times 12 \text{ mt}$$

$$S = 480 \text{ mt}^2$$

$$(7) \quad \Phi_{\text{útil}} = 18,38 \text{ lux} \times 480 \text{ mt}^2$$

$$\Phi_{\text{útil}} = 8.822,4 \text{ lúmenes}$$

II.4.2. CALCULO DE LA ILUMINACION EN CALLES Y CALLEJONES

Iluminaremos a estos dos tipos de vías con aparatos de alumbrado provistos de lámparas incandescentes tipo reflectora extensiva de 150 W., el aparato de alumbrado esta representado en la figura # 13 y la curva fotométrica correspondiente en la figura # 14. Iluminaremos la calzada en forma unilateral, en una sólo acera. Los aparatos estarán montados a 8,05 metros para las calles y 7,15 metros para los callejones. Esta altura de suspensión es sobre la calzada y la distancia entre los mismos es de 30 a 35 metros para las calles; de 26 a 30 metros para los callejones. Determinaremos la iluminación media, así como los valores de las iluminaciones máxima y mínima para poder hallar el coefi---

ciente de uniformidad y el flujo luminoso útil.

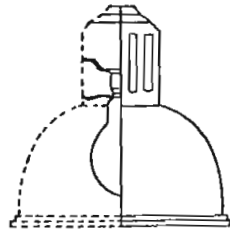


Fig. #13.- LAMPARA INCANDESCENTE TIPO REFLECTOR-EXTENSIVO

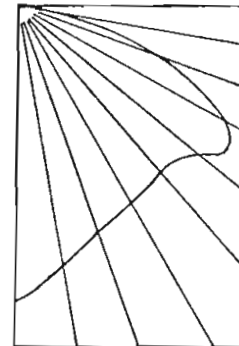


Fig. #14.- CURVA FOTOMETRICA PARA 1000 LUMENES DEL APARATO DE ALUMBRADO DE LA FIGURA ANTERIOR

Lo primero que haremos es determinar la iluminación producida por un sólo aparato de alumbrado, considerando que la lámpara incandescente, de 150 W., proporciona un flujo luminoso de 1.790 lúmenes. Para ello, utilizamos el método gráfico-numérico, tal como se representa en la figura # 15 y 18; sobre la curva fotométrica, se van determinando los distintos ángulos que corresponden a las distancias hasta el pie de la lámpara.

a) Calles.-

$$(1) \quad h_s = 7,45 \text{ mt} + 0,6 \text{ mt}$$

$$h_s = 8,05 \text{ mt.}$$

$$(2) \quad h_m = 8,05 \text{ mt} - 1 \text{ mt}$$

$$h_m = 7,05 \text{ mt.}$$

* * *

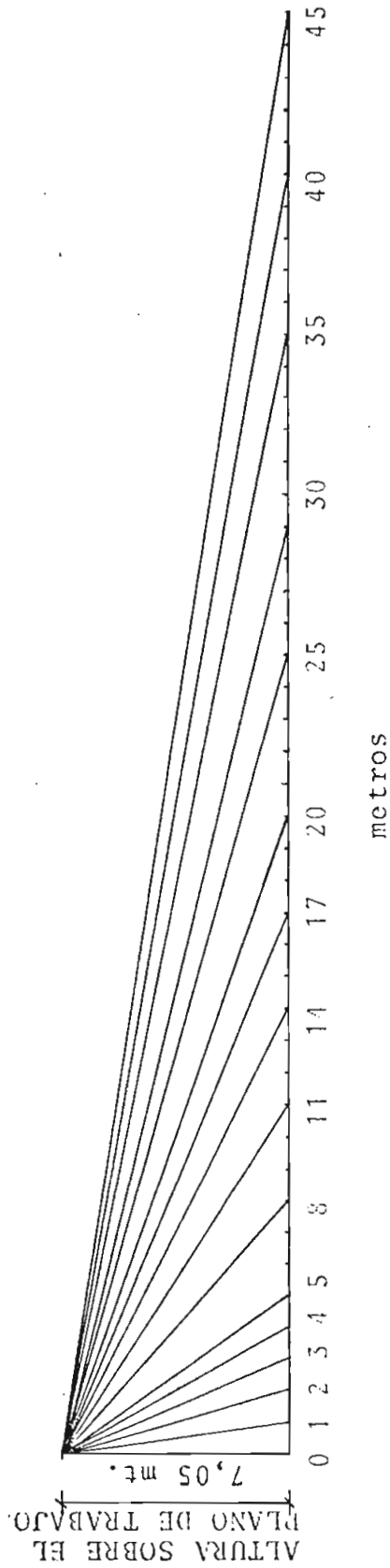


FIG. #15.- METODO GRAFICO-NUMERICO PARA LA DETERMINACION DE LOS DISTINTOS ANGULOS QUE CORRESPONDEN A LAS DISTANCIAS HASTA EL PIE DE LA LAMPARA

La iluminación horizontal a las diferentes distancias, calculamos con la fórmula (3), conocida anteriormente

Los resultados de estos cálculos expresamos en la siguiente tabla.

TABLA #23.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION HORIZONTAL DE LAS CALLES DEL PANECILLO

DISTANCIA AL PIE DE LA LAMPARA Mtrs.	ANGULO α Grados	$\text{Cos}^3 \alpha$	$I\alpha$ PARA 1.000 LUMENES Candels	$I\alpha$ PARA 1.790 LUMENES Candels	ILUMINACION HORIZONTAL E_h Lux
0	0	1,000	260,00	465,40	9,36
1	8	0,981	236,67	423,64	8,36
2	16	0,888	212,00	379,48	6,78
3	23	0,780	206,67	369,93	5,81
4	30	0,650	203,34	363,97	4,76
5	35	0,549	200,00	358,00	3,95
8	49	0,282	200,00	358,00	2,03
11	57	0,162	223,33	399,77	1,30
14	63	0,094	200,00	358,00	0,68
17	67	0,060	164,29	294,07	0,35
20	70	0,040	125,00	223,75	0,18
25	74	0,021	80,00	143,20	0,06
30	76	0,014	66,67	119,33	0,03
35	78	0,009	60,00	107,40	0,02
40	80	0,005	46,67	83,53	0,01

Los valores de la iluminación horizontal de la tabla # 23, graficamos en la figura # 16 que se encuentra en la página siguiente; dicha curva esta en función de la distancia de separación de las luminarias, obteniéndose la curva de iluminación en el suelo de las calles del Panecillo.

También, dibujaremos un tramo en planta de las calles que se han de iluminar como indica la figura # 17, con la ubicación de los aparatos de alumbrado. Cada uno de estos aparatos contribuye a iluminar la porción del suelo que hemos rayado en la figura mencionada.

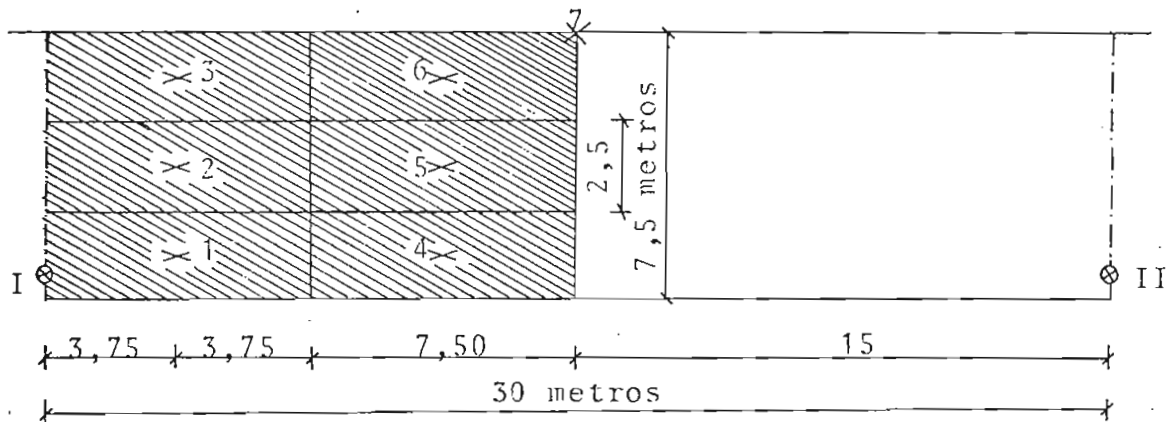


FIG. #17.- CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO DE LAS CALLES DEL PANECILLO

Los resultados de las distancias e iluminaciones se encuentran en la siguiente tabla.

TABLA #24.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA		ILUMINACION		ILUMINACION TOTAL Lux
	LAMP. I Metrs	LAMP. II Metros	LAMP. I Lux	LAMP. II Lux.	
1	3,95	26,28	4,79	0,054	4,84
2	5,30	26,52	3,76	0,051	3,81

TABLA #24.- (CONTINUACION)

Núm	Metrs	Metros	Lux	Lux.	Lux
3	7,29	26,98	2,49	0,048	2,54
4	11,32	18,79	1,27	0,259	1,53
5	11,86	19,12	1,13	0,235	1,37
6	12,87	19,76	0,89	0,223	1,11

Cálculo de la iluminación media:

$$(4) \quad E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6}{6}$$

$$E_m = \frac{4,84 + 3,81 + 2,54 + 1,53 + 1,37 + 1,11}{6}$$

$$E_m = 2,53 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación máxima corresponde al punto Núm 1

$$E_{\text{máx}} = 4,84 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm 7

Distancia de la lámpara I = 16,77 mt.

Distancia de la lámpara II = 16,77 mt.

Iluminación de la lámpara I = 0,38 lux.

Iluminación de la lámpara II = 0,38 lux.

$$E_{\text{mín}} = 0,76 \text{ lux.}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$(5) \quad g = \frac{0,76 \text{ lux}}{4,84 \text{ lux}}$$

$$g = 0,16$$

Flujo luminoso útil:

(6) $S = 30 \text{ mt} \times 7,5 \text{ mt}$

$S = 225 \text{ mt}^2$

(70) $\phi_{\text{útil}} = 2,53 \text{ lux} \times 225 \text{ mt}^2$

$\phi_{\text{útil}} = 569,25 \text{ lúmenes}$.

b) Callejones.-

(1) $h_s = 6,55 \text{ mt} + 0,6 \text{ mt}$

$h_s = 7,15 \text{ mt}$.

(2) $h_m = 7,15 \text{ mt} - 1 \text{ mt}$

$h_m = 6,15 \text{ mt}$.

Este valor, utilizamos en el método gráfico-numérico, tal como se representa en la figura # 18; sobre la curva fotométrica, se van determinando los distintos ángulos - que corresponden a las distancias hasta el pie de la lámpara.

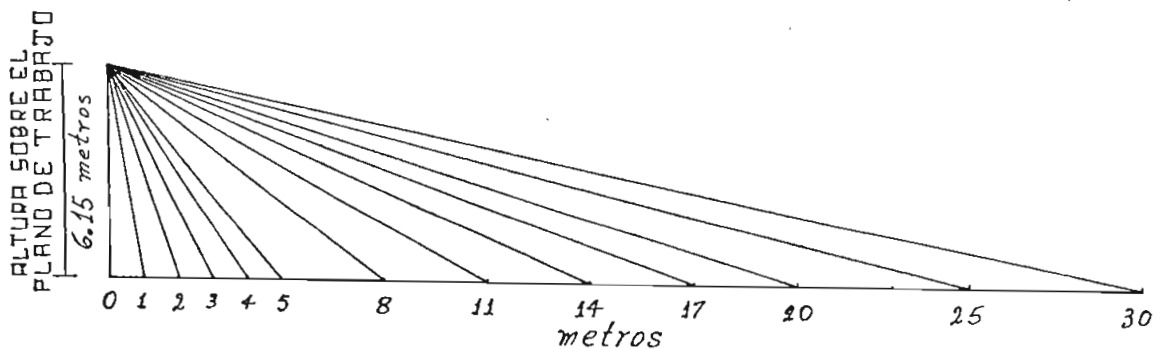


FIG. #18.- METODO GRAFICO-NUMERICO

La iluminación horizontal a las diferentes distancias, calculamos con la fórmula (3) y los resultados expresamos en la tabla de la siguiente página.

TABLA #25.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION HORIZONTAL DE LOS CALLEJONES DEL PANECILLO

DISTANCIA AL PIE DE LA LAMPARA Mtrs.	ANGULO α Grados	$\text{Cos}^3 \alpha$	$I\alpha$ PARA 1.000 LUMENES Candels	$I\alpha$ PARA 1.790 LUMENES Candels	ILUMINACION HORIZONTAL E_h Lux.
0	0	1.000	264	473	12,51
1	9	0,963	236	422	10,75
2	18	0,860	210	376	8,55
3	26	0,726	207	371	7,12
4	33	0,590	200	358	5,59
5	39	0,469	200	358	4,44
8	52	0,233	220	394	2,43
11	60	0,125	217	388	1,28
14	65	0,076	185	331	0,67
17	69	0,046	150	269	0,33
20	73	0,025	100	179	0,12
25	76	0,014	67	120	0,04
30	78	0,009	60	107	0,03

Estos valores graficamos en la figura # 19, en función de la distancia de separación de las luminarias; obteniéndose la curva de iluminación en el suelo de los callejones del Panecillo. La figura # 19 se encuentra dibujada en la página siguiente.

Ahora, dibujamos un tramo en planta de los callejones que se han de iluminar como indica la figura # 20, con la ubicación de dos aparatos de alumbrado.

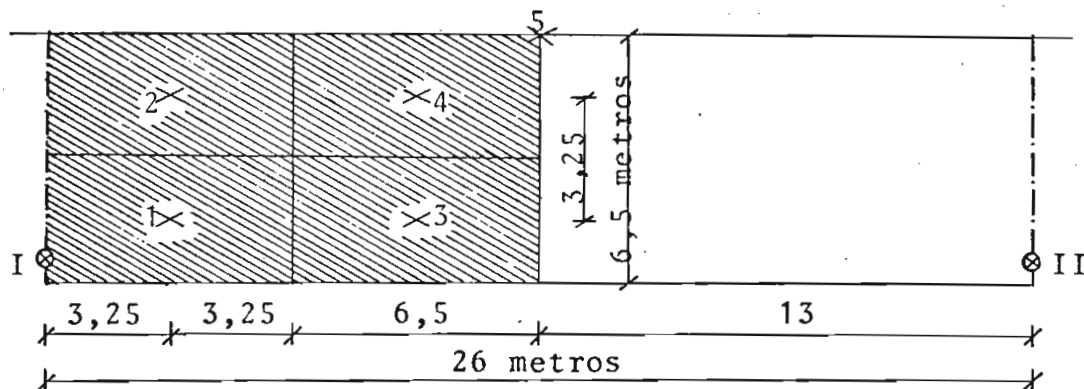


FIG. #20.- CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO DE LOS CALLEJONES DEL PANECILLO

Los resultados de las distancias e iluminaciones, resumimos en la tabla que a continuación se presenta.

TABLA #27.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA		ILUMINACION		ILUMINACION TOTAL Lux
	LAMP. I Metrs	LAMP. II Metros	LAMP. I Lux	LAMP. II Lux.	
1	3,63	22,81	6,09	0,09	6,18
2	5,14	23,27	4,39	0,08	4,47
3	9,88	16,33	1,68	0,42	2,10
4	10,90	16,97	1,34	0,33	1,67

Cálculo de la iluminación media:

$$(4) \quad E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{4}$$

$$E_m = \frac{6,18 + 4,47 + 2,10 + 1,67}{4}$$

$$E_m = 3,61 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación máxima corresponde al punto Núm. 1

$$E_{m\acute{a}x} = 6,18 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm. 5

Distancia de la lámpara I = 14,53 mt.

Distancia de la lámpara II = 14,53 mt.

Iluminación de la lámpara I = 0,63 lux.

Iluminación de la lámpara II = 0,63 lux.

$$E_{m\acute{i}n} = 1,26 \text{ lux.}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$(5) \quad g = \frac{1,26 \text{ lux}}{6,18 \text{ lux}}$$

$$g = 0,20$$

Flujo luminoso útil:

$$(6) \quad S = 26 \text{ mt} \times 6,5 \text{ mt}$$

$$S = 169 \text{ mt.}^2$$

$$(7) \quad \phi_{\acute{u}til} = 3,61 \text{ lux} \times 169 \text{ mt.}^2$$

$$\phi_{\acute{u}til} = 610,09 \text{ lúmenes.}$$

II.5. CALCULO DE LA ILUMINACION DEL AREA ESCENICA

Luego de haber determinado el nivel de iluminación máximo y las respectivas luminarias, procedemos al cálculo del número de proyectores; para entonces, calcular la iluminación en el exterior de las superficies.

II.5.1. CALCULO DE LA ILUMINACION EN EL MONUMENTO

Iluminamos a la majestuosa estatua de 40 metros de altura, parada sobre una base en forma de cono trunco de 15 metros de altura y 6 metros de radio mayor; con proyectores provistos de lámparas de vapor de sodio con halogenuros, -- HPI/V de 2.000 W.; el aparato de alumbrado esta representado en la figura # 21 y la curva fotométrica correspondiente en la figura # 22. Iluminaremos el monumento en forma simétrica, es decir, con aparatos situados en el suelo a iguales distancias. Hallaremos la iluminación media conseguida, así como los valores de las iluminaciones máxima y mínima para poder encontrar el coeficiente de uniformidad.

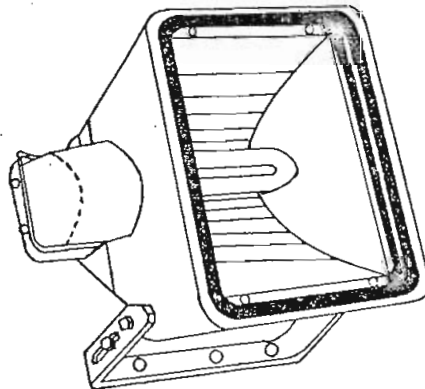


FIG. #21.- APARATO DE ALUMBRADO PROVISTO PARA EL MONUMENTO A LA VIRGEN

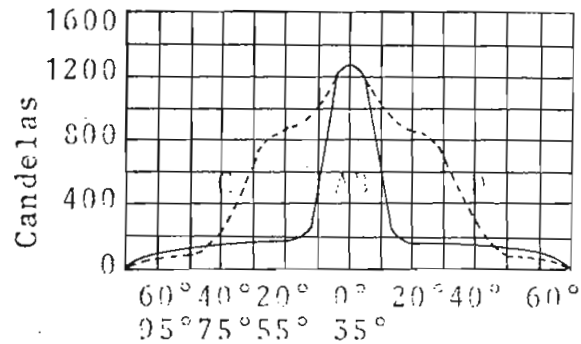
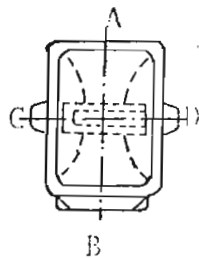


FIG. #22.- CURVA DE DISTRIBUCION LUMINOSA PARA 1.000 lúmenes de la figura anterior

Para determinar el número de proyectores , conside^{re} ramos que la lámpara de vapor de sodio con halogenuros, --- HPI/T de 2.000 W. proporciona un flujo luminoso de 180.000 lúmenes (ver tabla # 11). Para ello utilizamos la siguiente fórmula:

$$NP = \frac{S \times E}{CC \times \phi} \quad (8)$$

La superficie que iluminaremos se trata de un cilindro, visto de la parte superior y en revolución ; por lo tanto el área calculamos con la siguiente fórmula conocida en geometría:

$$S = 2(PI) \times R \times H \quad (9)$$

$$S = 2(PI) \times 6 \text{ mt} (40 \text{ mt} + 15 \text{ mt})$$

$$S = 2.073,45 \text{ mt}^2$$

Sabiendo que:

E = nivel de iluminación dado en el punto II.1.3.

CC = coeficiente de conservación y representa un 30% de depreciación de servicio.

NP = Número de proyectores.

ϕ = Flujo luminoso

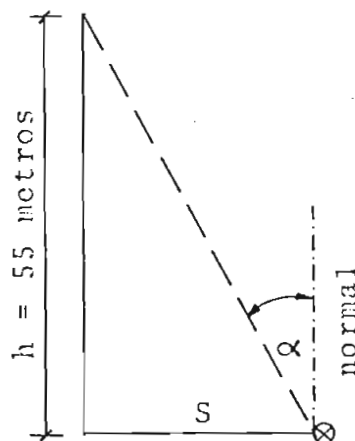
$$(8) \quad NP = \frac{2.073,45 \text{ mt}^2 \times 150 \text{ lux}}{0,7 \times 180.000 \text{ lúmenes}}$$

$$NP = 2,5$$

Inmediato superior = 3 proyectores.

Para determinar la separación (S), entre el proyector y el monumento, podemos hacerlo variando la separación y la dirección del proyector; estableciendo una altura constante en donde se desea el máximo nivel de iluminación. El punto ideal para obtener la mayor iluminación es a los 17 metros de altura; porque en este sitio podemos observar rasgos significativos como son las cadenas, la culebra; y la separación para adquirir dicha iluminación es los 30 metros

En estas condiciones procedemos a comprobar con la ayuda de la siguiente figura.



FIG_ #23.- SEPARACION DEL MONUMENTO Y LOS PROYECTORES

$$\alpha = \text{Arc. Tan} \frac{S}{h} \quad (10)$$

$$\alpha = \text{Arc. Tan} \frac{30 \text{ mt}}{17 \text{ mt}}$$

$$\alpha = 60,46^\circ$$

Para este ángulo de $60,46^\circ$; en la figura # 22, de la distribución de la luz de las lámparas de sodio con halógenos, nos indica en el diagrama que le corresponde a una intensidad luminosa de 675 Candelas/1.000 lúmenes; pero necesitamos para 180.000 lúmenes, por lo tanto la intensidad luminosa es de 135.000 candelas. La iluminación vertical es ta dada por la siguiente fórmula:

$$E_v = \frac{I \alpha \times \text{Sen}^3 \alpha}{S^2} \quad (11)$$

$$E_v = \frac{135.000 \text{ Cd} \times \text{Sen}^3 60,46^\circ}{(30 \text{ mt.})^2}$$

$$E_v = 98,85 \text{ Lux/proyector}$$

Este valor corresponde a la iluminación máxima que suministra cada proyector; por lo tanto la iluminación máxima total en la parte frontal del monumento (2 proyectores), es de 197,70 lux, a la altura indicada.

Una vez hallado la separación entre el proyector y el monumento, vamos a utilizar el método gráfico numérico, dibujado a escala la altura del monumento y la separación de éste con el manantial luminoso, tal como se representa en la figura # 24, de donde obtendremos los valores del ángulo de incidencia para cada altura del monumento. Sobre la curva fotométrica, se lleva los distintos ángulos que corresponden a las distancias hasta el frente de lámpara, ubicada en el suelo y a una separación de 30 metros del pie del pedestal del monumento; el proyector tiene una dirección de -

35° con respecto a la normal; datos que se han obtenido variando la separación y dirección del proyector hasta conseguir valores optados en los puntos anteriores de este capítulo.

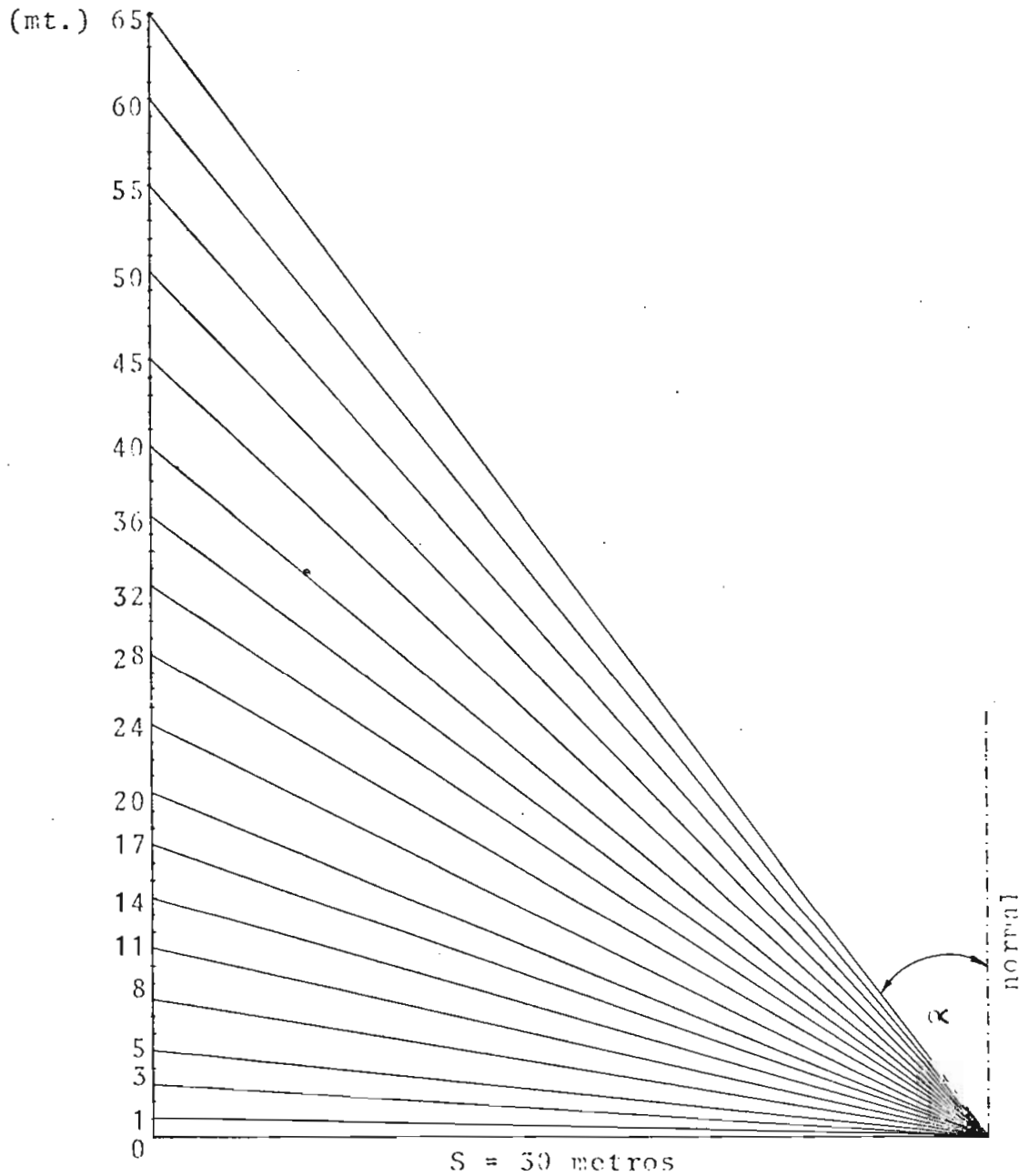


FIG. #24.- ANGULOS DE INCIDENCIA

Los resultados de los cálculos de la iluminación vertical, se expresan en la tabla # 27.

TABLA #27.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION VERTICAL

DISTANCIA FRENTE A LA LAMPARA Metros	ANGULO α Grados	$\text{Sen}^3 \alpha$	$I\alpha$ PARA 1.000 LUMENES Candelas	$I\alpha$ PARA 180.000 LUMENES Candelas	ILUMINACION VERTICAL E_v Lux
0	90,00	1,000	60	10.800	12,00
1	88,09	0,998	70	12.600	13,97
3	84,29	0,985	80	14.400	15,76
5	80,54	0,960	100	18.000	19,20
8	75,07	0,902	225	40.500	40,59
11	69,86	0,824	500	90.000	82,40
14	64,98	0,744	625	112.500	93,00
17	60,46	0,659	750	135.000	98,85
20	56,31	0,576	840	151.200	96,77
24	51,34	0,476	890	160.200	84,73
28	46,98	0,391	980	176.400	76,54
32	43,15	0,320	1.090	196.200	69,76
36	39,81	0,262	1.200	216.000	62,88
40	36,87	0,216	1.275	229.500	55,08
45	33,69	0,175	1.275	229.500	44,63
50	30,96	0,136	1.250	225.000	34,00
55	28,61	0,110	1.160	208.800	25,52
60	26,57	0,089	1.090	196.200	19,04
65	24,78	0,074	1,050	189.000	15,54

Los resultados de la tabla # 27, graficamos en la figura # 25; obteniéndose la curva de iluminación en el monumento a la Virgen.

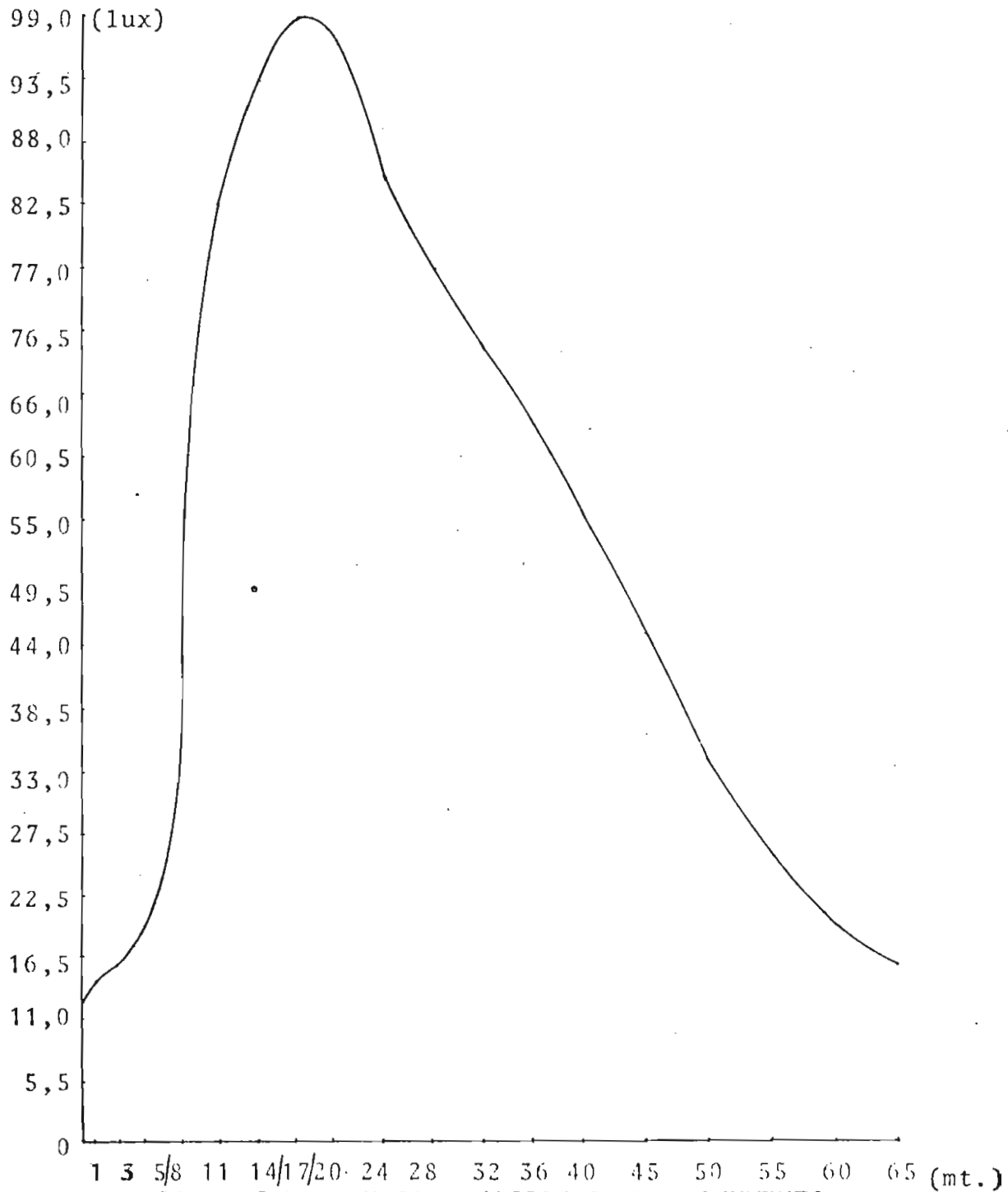


FIG. #25.- CURVA DE ILUMINACION EN EL MONUMENTO

Ahora, dibujaremos a escala el monumento a la Virgen, aproximandole a un cilindro visto de frente; con la situación de los aparatos de alumbrado, como indica la figura # 26. Cada uno de los aparatos están situados a 120° entre ellos, contribuyen a iluminar la porción rayada en la figura; excepto el proyector ubicado en la parte posterior del monumento. En consecuencia, determinaremos la iluminación en toda la superficie, lo cual dividiremos en 10 rectángulos iguales y calcularemos la iluminación en el centro de cada rectángulo.

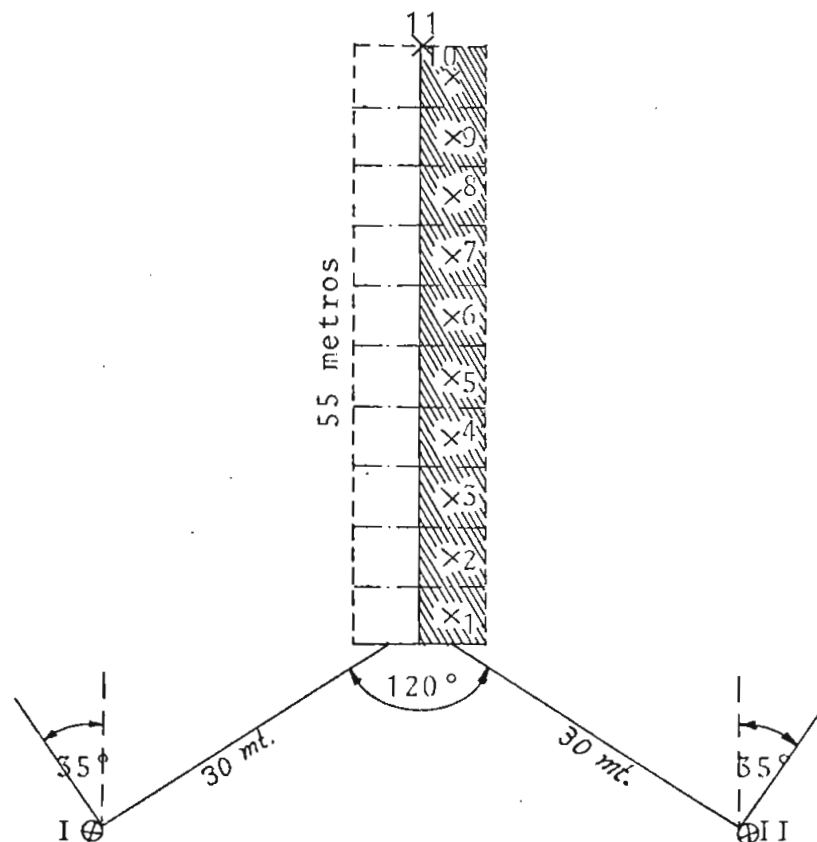


FIG. # 26.-. CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALIMBRADO EN EL MONUMENTO

Los resultados de los cálculos recopilamos en la tabla siguiente, considerando que la distancia de cada punto hacia el aparato I es la misma para los aparatos II y III, por lo tanto las iluminaciones serán iguales.

TABLA #28.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA PROYECTOR I,II,III Metros	ILUMINACION PROYECTOR I y II Lux	ILUMINACION TOTAL Lux
1	30,13	73,49 x 2	146,98
2	31,11	72,01 x 2	144,02
3	33,00	69,80 x 2	139,60
4	35,65	63,69 x 2	127,38
5	38,89	57,68 x 2	115,36
6	42,60	50,16 x 2	100,32
7	46,67	40,72 x 2	81,44
8	51,01	32,41 x 2	64,82
9	55,55	25,41 x 2	50,82
10	60,25	19,21 x 2	38,42

Cálculo de la iluminación media:

$$(4) E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9 + E_{10}}{10}$$

$$E_m = \frac{146,98 + 144,02 + 139,60 + 127,38 + 115,36}{10} +$$

$$+ \frac{100,32 + 81,44 + 64,82 + 50,82 + 38,42}{10}$$

$$E_m = 100,92 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación máxima corresponde al punto Núm. 1

$$E_{m\acute{a}x} = 146,98 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm. 11
y se calcula de la siguiente manera:

Distancia del proyector I = 62,65 mt.

Distancia del proyector II = 62,65 mt.

Iluminación del proyector I = 16,17 lux

Iluminación del proyector II = 16,17 lux

$$E_{m\acute{i}n} = 32,34 \text{ lux.}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$(5) \quad g = \frac{32,34 \text{ lux}}{146,98 \text{ lux}}$$

$$g = 0,22$$

Flujo luminoso útil:

$$(7) \quad \phi_{\acute{u}til} = 100,92 \text{ lux} \times 2073,45 \text{ mt.}^2$$

$$\phi_{\acute{u}til} = 209.252,57 \text{ lúmenes.}$$

La iluminación total de la tabla # 28 sirve para la vista posterior, debido a que las distancias son iguales de la vista frontal, únicamente debemos dividir la iluminación total para 2, porque se trata de un sólo proyector; -- por lo tanto las iluminaciones media, máxima y mínima; el flujo luminoso, serán la mitad de los valores de la vista --

frontal; el coeficiente de uniformidad es el mismo, en conclusión tenemos los siguientes valores para el proyector ubicado en la parte posterior del monumento:

$$E_m = 50,46 \text{ lux}$$

$$E_{\text{máx}} = 73,49 \text{ lux}$$

$$E_{\text{mín}} = 16,17 \text{ lux}$$

$$g = 0,22$$

$$\Phi_{\text{útil}} = 104.626,29 \text{ lúmenes.}$$

II.5.2. CALCULO DE LA ILUMINACION EN EL JARDIN

Vamos a iluminar esta área, ubicado en la Cima del Panecillo, con aparatos de alumbrado provisto de una lámpara de mercurio de color corregido de 125 W.; el aparato de alumbrado esta representado en la figura # 27 y la curva de iluminación correspondiente en la figura # 28. Iluminaremos en forma simétrica; los aparatos de alumbrado estarán montados a 3 metros de altura sobre el suelo y la distancia entre los mismos varía de 12 a 18 metros. Queremos saber la iluminación media conseguida, así como los valores de las iluminaciones máxima y mínima para poder hallar el coeficiente de uniformidad.

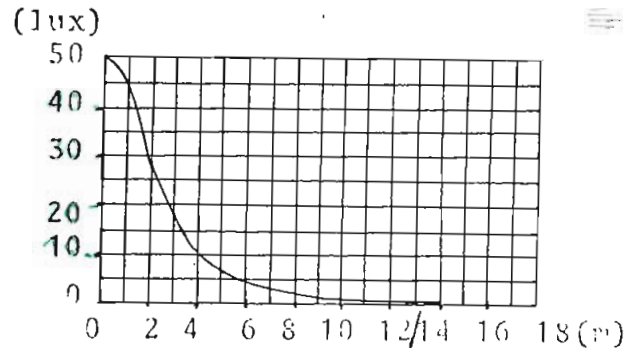
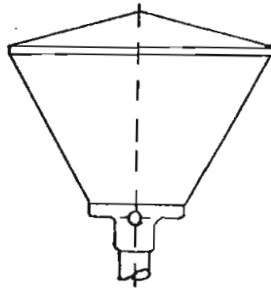


FIG. #27.- APARATO DE ALUMBRA DO PREVISTO PARA EL JARDIN FIG. #28.- CURVA DE ILUMINACION DEL APARATO DE ALUMBRADO DE LA FIGURA ANTERIOR

Una vez-obtenido la curva de iluminación, directamente de los catálogos de Philips, la cual simplifica los cálculos sobre la curva fotométrica. Ahora dibujamos a escala un tramo en planta del jardín como indica la figura # 29 con la situación de los aparatos de alumbrado. Cada uno de estos aparatos contribuyen a iluminar una área del suelo que hemos rayado en la citada figura. Será suficiente, por tanto, determinar la iluminación en la cuarta parte de esta superficie, que dividiremos en 4 áreas iguales y calcularemos la iluminación en el centro de cada cuadrado de acuerdo con la distancia de los aparatos de alumbrado; en cada superficie, sólomente tenemos en cuenta la iluminación producida por los dos aparatos de alumbrado mas cercanos.

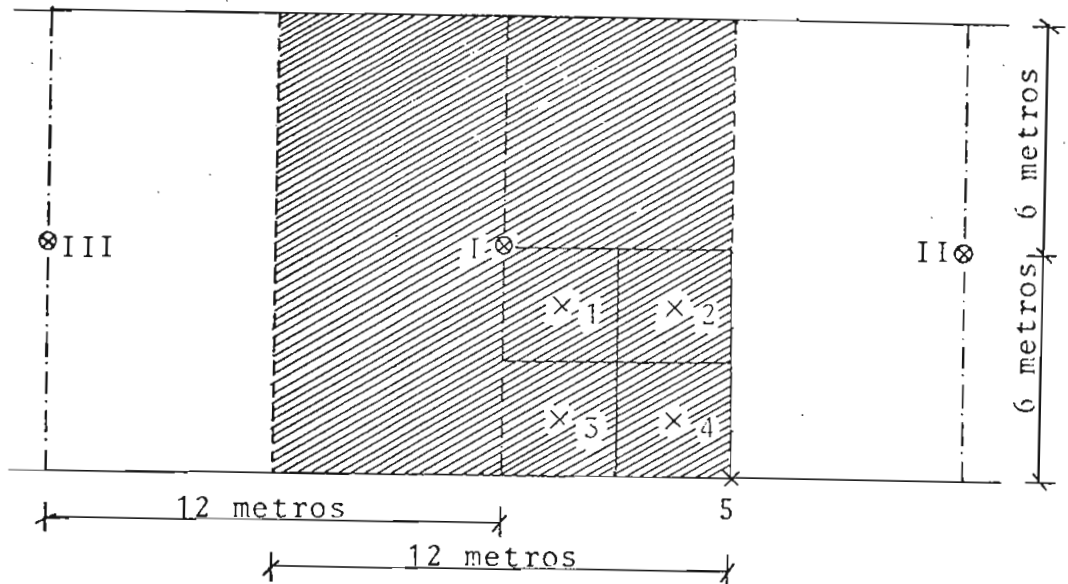


FIG. #29.- CALCULO DE LA ILUMINACION Y DISPOSICION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO EN EL JARDIN

Los resultados de los cálculos de la iluminación - recopilamos en la siguiente tabla.

TABLA #29.- RESULTADOS DE LA ILUMINACION TOTAL

PUNTO Núm	DISTANCIA		ILUMINACION		ILUMINACION TOTAL Lux
	LAMPARA I Metros	LAMPARA II Metros	LAMPARA I Lux	LAMPARA II Lux	
1	2,12	10,61	25,00	1,27	26,67
2	4,74	7,65	7,91	2,85	10,76
3	4,74	11,42	7,91	1,19	9,10
4	6,36	8,75	3,96	1,58	5,54

Cálculo de la iluminación media:

$$(4) \quad E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{4}$$

$$E_m = \frac{26,27 + 10,76 + 9,10 + 5,54}{4}$$

$$E_m = 12,92 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación máxima:

La iluminación máxima corresponde al punto Núm. 1

$$E_{\text{máx}} = 26,27 \text{ lux.}$$

Cálculo de la iluminación mínima:

La iluminación mínima corresponde al punto Núm. 5

y calculamos de la siguiente manera:

Distancia de la lámpara I = 8,49 mt.

Distancia de la lámpara II = 8,49 mt.

Iluminación de la lámpara I = 1,98 lux

Iluminación de la lámpara II = 1,98 lux

$$E_{\text{mín}} = 3,96 \text{ lux.}$$

Coefficiente de uniformidad:

$$(5) \quad g = \frac{3,96 \text{ lux}}{26,27 \text{ lux}}$$

$$g = 0,15$$

Flujo luminoso útil:

$$(6) \quad S = 12 \text{ mt} \times 12 \text{ mt}$$

$$S = 144 \text{ mt}^2$$

$$(7) \quad \Phi_{\text{útil}} = 12,92 \text{ lux} \times 144 \text{ mt}^2$$

$$\Phi_{\text{útil}} = 1.860,48 \text{ lúmenes.}$$

C A P I T U L O I I I

CIRCUITOS ELECTRICOS

Este capítulo tratará del proyecto de los conductores destinados a la distribución de energía para iluminar las diferentes áreas mencionadas anteriormente. Debido a que el sistema es de gran importancia, anotaremos en un plano de las zonas respectivas que tienen que servirse los puntos de luz en las cuales se requiere la energía y las demandas de potencia correspondientes a cada una de ellos. En general, cada área servida se considera una unidad, por lo tanto se instala convenientemente los circuitos eléctricos para la iluminación del proyecto del Panecillo.

III.1. DISEÑO DE LA RED ELECTRICA DE ALUMBRADO PUBLICO

Luego de haber realizado las correspondientes consideraciones en los capítulos anteriores sobre los detalles del perfil de la vía, el nivel de iluminación requerida en la calzada, el grado de uniformidad que dan la información para poder establecer la geometría básica de los puntos de luz los cuales están interconectados mediante conductores/cuya sección determinaremos posteriormente. Ahora pasamos a la distribución de los puntos de luz de las Avenidas Aymenrich y a construirse, de las calles y callejones, se expresan en el plano "B", pero antes analizando los diferentes tipos de circuitos, recorrido de las líneas, sección de los conductores, tipo de distribución etc.

III.1.1. TIPOS DE CIRCUITOS

a) Circuitos serie.-

Los circuitos en serie, es decir, sus componentes (lámparas) van conectadas sucesivamente, por ende, la intensidad de la corriente es la misma en todos los puntos del circuito, variando con la carga la tensión engendrada.

b) Circuitos paralelos o múltiple.-

Los circuitos paralelos o múltiple, consiste en -- que este tipo de circuito los elementos van dispuestos de -- tal manera que la corriente se ramifique por los mismos, -- por lo tanto varía con la carga la intensidad de corriente -- del transformador de distribución y el voltaje se conserva prácticamente constante. Los circuitos paralelo o múltiple se utilizan para la distribución de luz y fuerza.

c) Circuitos mixtos.-

Entre los tipos de circuitos, mencionamos también el múltiple-serie y el serie-múltiple, el primero consta de varios circuitos menores serie conectados en paralelo; en -- cambio el segundo esta formado por una serie de circuitos -- menores consistentes en elementos acoplados en paralelo, es este método de conexión se usa raras veces.

De los circuitos mencionados, el que utilizaremos en el proyecto de iluminación del Panecillo, es el circuito paralelo o múltiple, por cuanto las lámparas funcionan a -- voltaje constante. Se puede utilizar el circuito serie pero con las siguientes desventajas:

- La necesidad de aislar las lámparas, conductores armaduras y todo el circuito para la plena tensión de servicio, contra tierra

- La gran extensión de conductores en las cuales una ruptura causa la interrupción del suministro para todas las lámparas, y

- De las condiciones anteriores podemos establecer una tercera que a simple vista ocasiona, como es un elevado costo del sistema.

III.1.2. RECORRIDO DE LAS LINEAS

Una vez señalados en el plano los puntos de luz en los que se requiere el suministro de energía y la potencia solicitada en los mismos, se procede al trazado de las líneas como se representan en el plano "B" y calcularse las secciones necesarias en los conductores. No puede darse direcciones precisas a esto. Cada caso debe tratarse por cada unidad de acuerdo con las condiciones a satisfacer. Los siguientes factores merecen cuidadosa consideración:

- a) Coste de los conductores y de sus soportes
- b) Pérdida de energía en los conductores
- c) Seguridad de servicio
- d) Satisfactoria regulación de voltaje.

A veces es justificable un gasto considerable para conseguir una alta seguridad de servicio y una regulación de voltaje precisa, que serán tratados muy detenidamente en

la segunda parte del proyecto de instalaciones eléctricas - del Panecillo que corresponderá básicamente a otra Tesis -- que se relacione con la distribución de energía en general.

III.1.3. CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES

Para determinar la sección de los conductores, hay que considerar los puntos siguientes:

- a) La corriente no debe calentar el conductor a -- temperatura capaz de destruir el aislamiento o de provocar un incendio.
- b) El conductor debe tener la resistencia mecánica suficiente para que no se rompa por los esfuerzos a que ordinariamente se hallará sometido.
- c) No será de sección tan grande que exceda las limitaciones impuestas por la economía de la instalación.
- d) La corriente eléctrica debe ser llevada al punto de utilización sin una caída excesiva de voltaje, y
- e) El coste de la energía perdida, debida al voltaje necesario para vencer la resistencia, no debe ser excesivo.

En el proyecto será tomado en cuenta el literal a) porque en este caso es necesario saber la corriente que pasa por un conductor, debido a que parte de la energía eléctrica se transforma en calor, siendo I^2R , el valor de esta energía transformada. El desprendimiento de energía calorífica hace que la temperatura del conductor y de su aisla--

miento sea superior al medio que lo rodea, ya que puede ocurrir averías en los empalmes y conexiones por el exceso de temperatura. En los cables cubiertos y aislados la máxima temperatura admisible en el conductor es aquella con la cual no pueden perjudicarse los materiales de aislamiento y cubierta. El tamaño de los conductores deben ser suficientes para transportar como mínimo la máxima corriente.

También nos ocuparemos del literal d), "La electricidad debe ser llevada al punto de utilización sin una caída excesiva de voltaje", es decir los conductores de la instalación tendrán sección suficiente para que la caída de voltaje desde el transformador de distribución hasta los puntos de utilización (lámparas) no sea excesiva. Si la caída de voltaje es muy grande, las condiciones de trabajo resultan deficientes, debido a una o dos de las siguientes causas:

- Corta vida de las lámparas ocasionada por la sobretensión que puede presentarse cuando sólo haya una ligera carga de alumbrado.

- Iluminación escasa con las máximas condiciones de carga.

Es recomendado que la caída de voltaje desde el punto de utilización de la energía hasta el punto mas alejado de la distribución no debe exceder del 3 por ciento.

La carga total de la iluminación de Alumbrado Público es de 70,35 Kw., los cuales quedan repartidos en cin-

co circuitos con una tensión de 220 voltios, cada uno de ellos. Al circuito # 1, le corresponde 30 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W. más 50 W. del ballast. Al circuito # 2, le corresponde 30 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W. más 50 W. del ballast. Al circuito # 3, le corresponde: 18 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W. más 50 W. del ballast, 38 lámparas incandescentes de 150 W. Al circuito # 4, le corresponde 89 lámparas incandescentes de 150 W. Al circuito # 5, le corresponde: 30 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W. Las restantes 6 lámparas de vapor de sodio de 450 W. (incluido 50 W. del ballast), ubicadas en la Cima, separamos para aumentar al circuito del Área Escénica con el objeto de equilibrar todos los circuitos. Con las cargas obtenidas hasta el momento, calculamos los amperios que circulan por las redes de Alumbrado Público, con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{K \times V \times \text{Cos } \phi} \quad (12)$$

El proyecto se trata de un sistema trifilar de corriente bifásica, por lo tanto $K = 1$, para un voltaje entre fases. En cuanto al factor de potencia se considera la unidad en alumbrado.

Circuito # 1:

30(lámparas de 400 W. + 50 W. del ballast) = 13,50 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{13,50 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 61,36 \text{ Amp.}$$

Circuito # 2:

IDEM circuito # 1.

Circuito # 3:

18(lámparas de 400 W. + 50 W. del ballast) = 8,10 Kw.

38(lámparas de 150 W.)..... = 5,70 Kw.

Total = 13,80 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{13,80 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 62,73 \text{ Amp.}$$

Circuito # 4:

89(lámparas de 150 W.) = 13,35 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{13,35 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 60,68 \text{ Amp.}$$

Circuito # 5:

30(lámparas de 400 W. + 50 W. del ballast) = 13,50 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{13,50 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 61,36 \text{ Amp.}$$

Según los catálogos de conductores eléctricos de fabricación nacional (CABLEC), escogemos el material del conductor a emplear en el proyecto, es así que empleamos alambres de cobre por su elevada conductibilidad, que decrece al aumentar la dureza y la resistencia mecánica. El alambre de aluminio tiene una conductibilidad, igual al 60,97 % de la del cobre. A igualdad de conductibilidad, el alambre de aluminio tiene un diámetro y una sección transversal i--

iguales respectivamente al 126 y al 160 por ciento de las dimensiones correspondientes del alambre de cobre.

La sección de los conductores determinaremos de acuerdo a la tabla que obtenemos a continuación, tomado de un catálogo elaborado y aprobado de acuerdo a la última revisión de: ASTM-B2, B3, B8; IPCEA-NEMA 61-402, NEMA WC 5-1973, INEM-EL, cuyos conductores se aplican para líneas aéreas o para puesta a tierra.

TABLA #30.- CABLES Y ALAMBRES DE COBRE SEMI-DURO Y SUAVE

SECCION Aprox	CALIBRE	CAPACIDAD (*)	SUAVE. Resistencia a 20°C y cc	SEMI-DURO Resistencia a 20°C y cc
mm ²	AWG ó MCM	Amp	Ω/Km	Ω/Km
2,1	14*	30	8,28	8,48
3,3	12	40	5,21	5,33
5,3	10	55	3,277	3,356
8,4	8	70	2,061	2,110
13,3	6	100	1,297	1,328
8,4	8-7 h	70	2,102	2,152
13,3	6-7 h	100	1,322	1,354
21,1	4-7 h	130	0,832	0,852
33,6	2-7 h	175	0,523	0,536
53,5	1/0-7 h	235	0,329	0,337
67,4	2/0-7 h	275	0,261	0,267
85,0	3/0-7 h	320	0,207	0,212

(*) Capacidad basada en NEC (U. S.A.) Edición 1978 para un sólo conductor al aire libre a una temperatura ambiente de 30°C.

La sección y calibre de los conductores de los 5 circuitos correspondientes de Alumbrado Público, según la tabla anterior son:

Circuito # 1: Corriente = 61,36 Amperios

Calibre = # 8 AWG

Sección = 8,4 mm²

Circuito # 2: Corriente = 61,36 Amperios

Calibre = # 8 AWG

Sección = 8,4 mm²

Circuito # 3: Corriente = 62,73 Amperios

Calibre = # 8AWG

Sección = 8,4 mm²

Circuito # 4: Corriente = 60,68 Amperios

Calibre = # 8AWG

Sección = 8,4 mm²

Circuito # 5: Corriente = 61,36 Amperios

Calibre = # 8 AWG

Sección = 8,4 mm²

La alimentación de los distintos circuitos se realizará de los transformadores indicados en el plano "B", -- que estan ubicados de acuerdo al centro de carga de cada uno de los circuitos de las instalaciones de iluminación.

Se empleará cinco transformadores, de 15 KVA, cada

uno de ellos. Cada transformador alimenta a un circuito.

Con la ubicación de los respectivos transformadores en los postes de las vías públicas, procedemos a chequear la caída de tensión en los conductores, con las secciones calculadas. Para este propósito tomamos de referencia la siguiente figura.

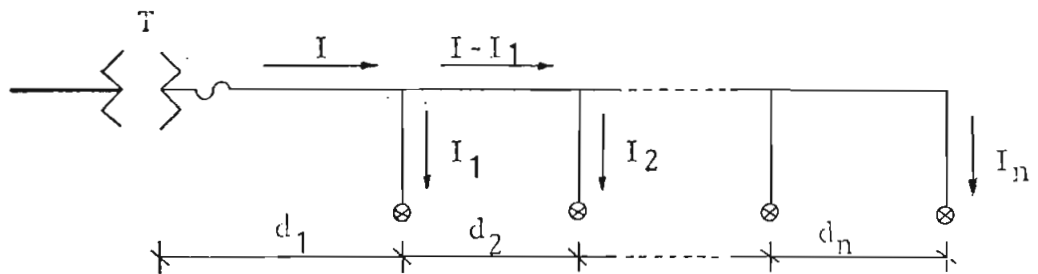


FIG. #30.- DIAGRAMA UNIFILAR DE ALUMBRADO

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito # 1, cuyo transformador esta colocado en el poste # 13 de la Avenida Aymerich.

$$e = \frac{P \times d}{N \times q \times V} \quad (15)$$

Donde: e = Caída de tensión en voltios

P = Potencia en vatios

d = Distancia en metros

N = 56 para conductores de cobre

q = sección del conductor en mm²

V = Tensión nominal en voltios, "entre fases".

$$(13) \quad e = \frac{450 \text{ W} \times 46 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}(2) \times 220 \text{ V}}$$

$$e = 0,20 \text{ V}$$

Hemos considerado un tramo de todo el circuito, --

por lo tanto la caída de tensión total es:

$$e = 0,20 \text{ V} \times 30 \text{ tramos}$$

$$e = 6,00 \text{ V}$$

Valor que corresponde al 2,73 %, que se encuentra dentro del porcentaje admitido.

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito # 2, cuyo transformador esta colocado en el poste # 43 de la Avenida a construirse.

$$(13) \quad e = \frac{450 \text{ W} \times 46 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e = 0,20 \text{ V}$$

$$e_t = 0,20 \text{ V} \times 30 \text{ tramos.}$$

$$e_t = 6,00 \text{ V}$$

Valor que se encuentra dentro del voltaje admitido.

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito # 3, cuyo transformador esta colocado en el poste # 62 de la Avenida a construirse.

$$(13) \quad e_1 = \frac{450 \text{ W} \times 40 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e_1 = 0,17 \text{ V}$$

$$(13) \quad e_2 = \frac{150 \text{ W} \times 30 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e_2 = 0,04 \text{ V}$$

Hemos calculado dos tipos de caídas de tensiones, debido a que tenemos dos potencias diferentes y dos longitudes de tramos diferentes. La caída de tensión total es:

$$e_{1t} = 0,17 \text{ V} \times 18 \text{ tramos}$$

$$e_{1t} = 3,06 \text{ v}$$

$$e_{2t} = 0,04 \text{ V} \times 38 \text{ tramos}$$

$$e_{2t} = 1,52 \text{ V}$$

$$e_t = e_{1t} + e_{2t}$$

$$e_t = 3,06 \text{ V} + 1,52 \text{ V}$$

$$e_t = 4,58 \text{ V}$$

Valor que corresponde al 2,08 % y se encuentra dentro del porcentaje admitido, que es el 3 % de la tensión nominal, es decir 6,6 voltios de caída de tensión.

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito # 4, cuyo transformador está colocado en el poste # 258 de la calle Numa Curu.

$$(13) \quad e = \frac{150 \text{ W} \times 30 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e = 0,04 \text{ V}$$

$$e_t = 0,04 \text{ V} \times 89 \text{ tramos}$$

$$e_{t-} = 3,87 \text{ V}$$

Valor que corresponde al 1,76 %, se encuentra dentro del límite que es el 3 % de la tensión nominal.

- Cálculo de la caída de tensión del circuito # 5, cuyo transformador está ubicado en el poste # 92 de la Avenida Aymerich.

$$(13) \quad e = \frac{450 \text{ W} \times 46 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e = 0,20 \text{ V}$$

$$e_t = 0,20 \text{ V} \times 30 \text{ tramos}$$

$$e_t = 6,00 \text{ V}$$

Valor que corresponde al 2,73 %, por lo tanto es - admitido dicha caída de tensión.

III.1.4. SECCION DE LA ACOMETIDA A LA LUMINARIA

Este tipo de acometida se entiende; el conductor - que se extiende desde el alimentador hasta la fuente de luz cuya sección determinaremos según la tabla de cables TW de cobre hasta 600 voltios. El aislamiento del tipo TW es PVC termoplástico, resistente a la humedad, no propaga la llama y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 60°

TABLA #31.- TW-COBRE 600 V-60°C

SECCION Aprox	CALIBRE	CAPACIDAD (*)
mm ²	AWG o MCM	Amp
0,52	20	7
0,83	18	10
1,30	16	13
2,10	14 sólido	15
3,30	12 "	20

TABLA # 31 (CONTINUACION)

mm ²	AWG o MCM	Amp
5,3	10 sólido	30
8,4	8 "	40
13,3	6 "	55
8,4	8- 7h	40

La corriente nominal que circula por dichas acometidas es:

Para luminarias de 450 W. (incluido el ballast)

$$(12) \quad I = \frac{450 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 2,05 \text{ Amp.}$$

Para luminarias de 150 W.

$$(12) \quad I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 0,68 \text{ Amp.}$$

En las lámparas de descarga la corriente de arranque es 6 veces la corriente nominal, por lo tanto para luminarias de 450 W., la corriente de arranque tiene un valor de 12,3 amperios. Según la tabla # 31, corresponde a un conductor de calibre # 16 AWG y de sección de 1,30 mm², que no son admitidos por el código eléctrico.

Para todas las luminarias que se obtengan corrientes inferiores a 15 amperios, serán empleados los conductores TW de cobre para 600 voltios y 60°C de temperatura # 14 AWG de calibre y 2,10 mm² de sección.

III.1.5. TIPO DE DISTRIBUCION

La elección de la distribución para líneas aéreas o subterráneas depende principalmente, en las instalaciones pequeñas y de importancia media, del presupuesto disponible. Una distribución aérea, correctamente instalada, puede resultar de toda confianza costando mucho menos que un sistema subterráneo equivalente. A veces es necesario construir en las instalaciones de alumbrado público una red de canalizaciones subterráneas para alojamiento de tuberías, y entonces, con un ligero aumento del coste, estas canalizaciones son utilizadas para el paso de los conductores eléctricos.

En el proyecto emplearemos, generalmente, la distribución aérea; la distribución subterránea dependiendo de las condiciones del terreno para facilidad del recorrido de las líneas especialmente en cruces de calles, (ver plano B).

III.2. DISEÑO ELECTRICO PARA LA ILUMINACION DEL AREA ESCENICA

Con lo anotado en el comienzo del presente capítulo es suficiente para diseñar la red eléctrica para la iluminación de la Cima del Panecillo, debido a que el tipo de circuito, recorrido de las líneas son considerados al igual de lo enunciado en los párrafos del diseño de la red eléctrica de Alumbrado Público.

III.2.1. CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES

Los factores considerados en el punto III.1.3. podemos entrar directamente al cálculo de la sección de los conductores teniendo como base la carga total del área escénica que es 11,88 Kw. más 2,70 Kw. de 6 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W y 50 W del ballast de cada una de las lámparas, que no consideramos en los circuitos de Alumbrado Público por la sencilla razón de mejorar la capacidad de conducción de la corriente en cada uno de los circuitos. Es así que los 14,58 Kw. (Carga total de la Cima del Panecillo) le corresponde al circuito # 6, dividido de la siguiente manera: 3 lámparas de vapor de sodio con halógenuros HPI de 2.100 W.cada una, 6 lámparas de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 W. más 50 W. del ballast, 41 lámparas de mercurio de color corregido HPL de 125 W. más 11 W. del ballast de cada una de las lámparas.-- Con estos datos calculamos la sección de los conductores.

Circuito # 6:

3(lámparas de sodio con halógenuros de 2.100 W.)	= 6,30 Kw.
6(lámparas de 400 W. + 50 W. del ballast)	= 2,70 Kw.
41(lámparas de 125 W. + 11 W. del ballast)	= 5,58 Kw.
	total =14,58 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{14,58 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 66,27 \text{ Amp.}$$

En la tabla # 30, hallamos los valores de la sección y calibre del conductor respectivo, según la corriente

calculada.

Circuito # 6: Corriente = 66,27 amperios.

Calibre = # 8 AWG.

Sección = 8,4 mm².

En fin lo que hemos ganado al repartir en forma equilibrada la carga tanto de Alumbrado Público como del Área Escénica, es conseguir conductores de sección única.

- Cálculo de la caída de tensión del circuito # 6, cuyo transformador esta colocado en el poste # 107 de la Avenida Aymerich. En este circuito calculamos tres caídas de tensiones, debido a que tenemos potencias diferentes de las luminarias.

$$(13) \quad e_1 = \frac{2.100 \text{ W} \times 16 \text{ m}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 22 \text{ V}}$$

$$e_1 = 0,32 \text{ V}$$

$$e_{1t} = 0,32 \text{ V} \times 3 \text{ tramos}$$

$$e_{1t} = 0,96 \text{ V}$$

$$(13) \quad e_2 = \frac{450 \text{ W} \times 46 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e_2 = 0,20 \text{ V}$$

$$e_{2t} = 0,29 \text{ V} \times 6 \text{ tramos}$$

$$e_{2t} = 1,20 \text{ V}$$

$$(13) \quad e_3 = \frac{136 \text{ W} \times 12,5 \text{ mt}}{56 \times 8,4 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ V}}$$

$$e_3 = 0,02 \text{ V}$$

$$e_{3t} = 0,02 \text{ V} \times 41 \text{ tramos}$$

$$e_{3t} = 0,67 \text{ V}$$

$$e_t = e_{1t} + e_{2t} + e_{3t}$$

$$e_t = 0,96 + 1,20 + 0,67$$

$$e_t = 2,83 \text{ V}$$

Valor que corresponde al 1,29 %, por lo tanto es admitido dicha caída de tensión.

III.2.2. SECCION DE LAS ACOMETIDAS DE LAS LUMINARIAS

Para luminarias de 2.000 W. del monumento.+ 100 W.
del ballast.

$$(12) \quad I = \frac{2.100 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 9,55 \text{ Amp}$$

Para luminarias de 136 W. del Jardín.

$$(12) \quad I = \frac{136 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 0,62 \text{ Amp}$$

La corriente de arranque es 6 veces la corriente nominal, por lo tanto para luminarias de 2.000 W., corresponde a un valor de 57,30 amp., de acuerdo a la tabla # 31 se tiene un conductor # 8 AWG de sección $8,4 \text{ mm}^2$; mientras que para las luminarias de 136W, empleamos conductores de calibre # 14 AWG cuya sección es $2,10 \text{ mm}^2$.

III.2.3. TIPO DE DISTRIBUCION

Toda la iluminación del Area Escénica distribuire-

mos los circuitos en forma subterránea (incluyendo las 17 - últimas lámparas de sodio de alta presión), razón por la -- cual, se encuentran luminarias a diferentes alturas de sus- pensión, por lo tanto, no es conveniente tener conductores a la intemperie. El recorrido de las líneas de dicho circui- to se representa en el plano "B".

Por lo que la carga es constante y definida los ca- bles irán directamente enterrados, para ello se cavará una zanja en la que se coloca canales de cemento en donde se -- tiende el cable, los canales van rellenos con tierra a u- na profundidad de 60 centímetros en los pasos de tránsito - rodado en la cual exigen esfuerzos mecánicos y 45 centíme-- tros en casos contrarios.

III.3. SISTEMAS DE CONTROL DE ILUMINACION

El encendido y apagado tanto de Alumbrado Público como del Area Escénica debe estar de acuerdo con las horas diarias de oscuridad. Ello exige poseer un horario detalla- do para controlar el suministro de energía. Este control se consigue mediante un circuito directo, alimentado de una su- bestación o transformadores de distribución y sobre cada lu- minaria, controlado por un interruptor horario o controlado por hilo piloto o controlado por una foto-célula eléctrica. Estos sistemas de control se usan para el control/individual de las luminarias, de los circuitos serie y de los grupos - de luminarias en derivación.

III.3.1. INTERRUPTORES HORARIOS

Los interruptores horarios se emplean para el mando del suministro primario en un grupo de transformadores que alimentan circuitos sometidos al mismo programa temporal. Se encuentran en el mercado europeo interruptores de este tipo con reguladores astronómicos que varían la hora de encendido y apagado, de acuerdo con los cambios de estación.

III.3.2. HILO PILOTO

El sistema de hilo piloto se emplea frecuentemente para el apagado y encendido de un gran número de luminarias en una calle. Es simple y de acción inmediata. Su función es la de conectar la luminaria a la línea, cerrando un contacto unipolar cuando el hilo piloto se lo aplica el voltaje de la luminaria.

III.3.3. CONTROL FOTO-ELECTRICO

Las unidades de mando foto-eléctrico, se emplea para encender o apagar una o más lámparas en paralelo, su montaje es a la intemperie. Este equipo electrónico es sensible a la luz del día, y hace funcionar un relevador que enciende la lámpara cuando la intensidad de la luz natural baja de un cierto grado, e, inversamente, lo apaga cuando dicha intensidad alcanza un cierto valor conveniente.

La firma Westinhouse fabrican foto-células de sul-

furo de cadmio provisto de un simple circuito. La cabeza electrónica es encerrada en una cámara plástica y la base es apropiada con tres puntos tipo enchufe. Controla lámparas incandescentes, mercurio o fluorescentes. La firma Mc Graw-Edison fabrican foto-células similares a la Westinhouse con la diferencia que únicamente controla lámparas incandescentes o mercurio.

Entre los sistemas de control, también hablamos sobre el control del voltaje y la corriente cuyos aparatos de regulación pueden ser los interruptores de aceite (R-c-O-C) a control remoto, controla la corriente primaria. El interruptor primario es también usado para sistemas múltiples de alumbrado. Los relés múltiples (R-C-O-C), son usados para controlar circuitos múltiples de alumbrado exterior, controla el voltaje, lo cual debe ser un voltaje constante en todos los casos; estas unidades son también presentadas como receptáculos para el foto-control.

De los sistemas enunciados, el indicado es el sistema foto-eléctrico por su facilidad de montaje y la sensibilidad a la luz del día. Este sistema de control se emplea considerando la capacidad de las luminarias, es así que:

a) Para luminarias con una potencia nominal de 400 W. o superior se utilizará el control individual mediante un contactor accionado por una célula foto-eléctrica. El control individual, en el proyecto será útil para luminarias de 2.000 W. y 400 W.

b) Para luminarias con potencias unitarias inferiores a 400 W, se utilizará el control múltiple paralelo, es decir, será útil para las luminarias de 150 W colocadas en los callejones y 125 W colocadas en el jardín; están dispuestos, según el tipo de instalación, en la siguiente forma:

- En redes subterráneas:

Circuitos independientes, conformados por dos conductores de fase y controlados por una célula foto-eléctrica y contactor bipolar, como indica la figura # 34, el esquema típico de control, ubicados al exterior; cada uno de los circuitos tendrá una capacidad máxima de 60 amperios; por lo tanto servirá únicamente para las luminarias de mercurio de color corregido, ubicadas en el jardín de la Cima del Panecillo

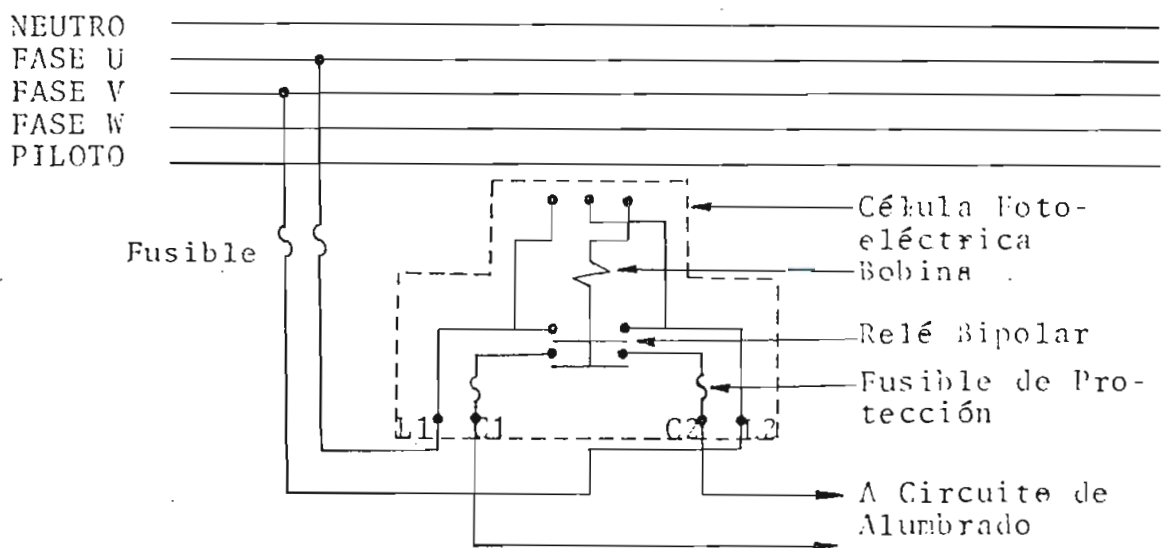


FIG. #34.- ESQUEMA TÍPICO PARA REDES SUBTERRÁNEAS-CONTROL MÚLTIPLE PARALELO, CIRCUITOS INDEPENDIENTES

- En redes aéreas:

A partir de cada centro de transformación se llevará un conductor adicional -hilo piloto- controlado por célula fotoeléctrica y contactor unipolar y conectada a una de las fases; las luminarias se conectarán en paralelo entre el hilo piloto y uno de los conductores de fase de la red secundaria que corresponda a una fase diferente de la controlada. La figura # 32 indica el esquema típico de control en lo posible, no será ubicado en centros de transformación instalados en un sólo poste, los circuitos de control serán independientes entre centros de transformación y tendrá una capacidad máxima de 60 amperios. Este sistema de control se empleará para luminarias de 150 W ubicadas en toda la extensión de las calles y callejones del Panecillo.

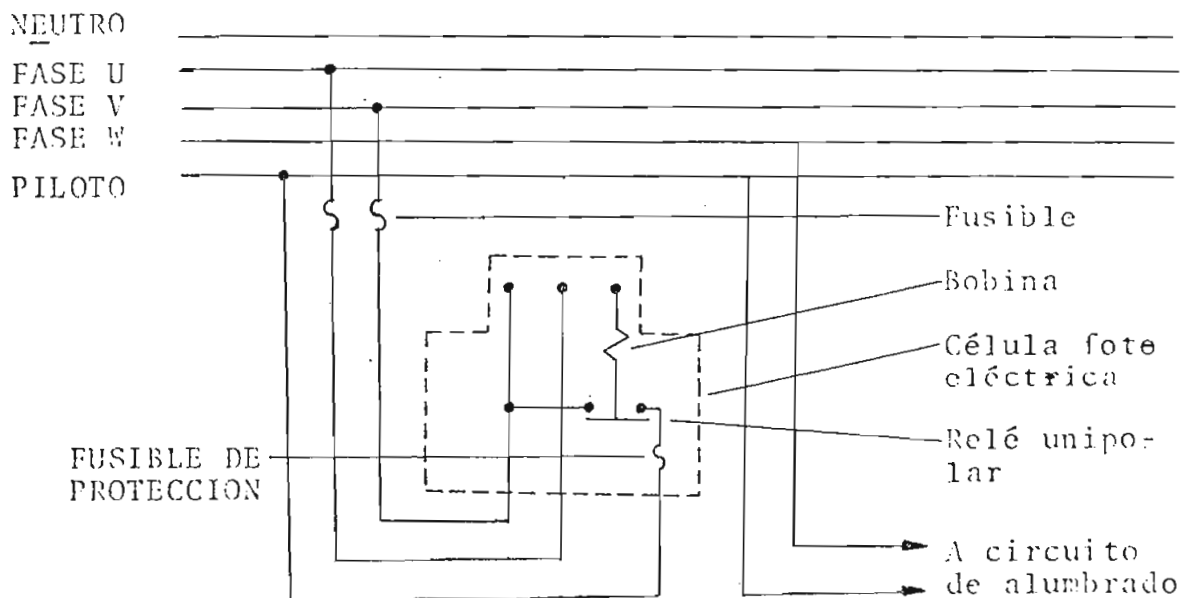


FIG. #32.- ESQUEMA TÍPICO DE REDES AEREAS-CONTROL MULTIPLE PARALELO-HILO PILOTO CONTROLADO POR CELULA FOTOELECTRICA

Este sistema de control economicamente es mayor -

que el de la figura anterior, pero es justificable la utilización de un grupo de luminarias y de potencia nominal inferior a los 400 vatios.

El número de aparatos de control de iluminación -- que podemos utilizar en el proyecto es:

Circuito # 1:

30 aparatos de control individual para 30 luminarias de 450 vatios (incluido la potencia del ballast).

Circuito # 2:

IDEM circuito # 1.

Circuito # 3:

1 aparato de control múltiple paralelo, hilo piloto controlado por célula fotoeléctrica para 38 luminarias de 150 W. y 18 de control individual para 18 luminarias de 450 W.

Circuito # 4:

2 aparatos de control múltiple paralelo con hilo piloto controlado por célula fotoeléctrica para 89 luminarias de 150 vatios, cada una.

Circuito # 5:

IDEM circuito # 1.

Circuito # 6:

9 aparatos de control individual para 3 luminarias de sodio con halogenuros HPI de 2.100W.; 6 luminarias de sodio de alta presión SON/T de 450W. (incluido el ballast) y uno de control múltiple paralelo, circuito independiente para 41 luminarias de mercurio de color corregido HPL de 136 vatios (in

cluído el ballast).

III.4. PROTECCION DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACION

Los circuitos de iluminación se protegen contra -- tierras y corrientes de cortocircuito por medio de fusibles dispuestos de modo que desconectan rápidamente la parte avriada, de la fuente de suministro. Los fusibles se emplean, casi exclusivamente, para la protección de cables en los -- circuitos de luz y de fuerza a baja tensión.

Las interrupciones de servicio en líneas aéreas se producen por las descargas atmosféricas y causan daños en -- los postes, queman los transformadores o los interruptores, perforan los aisladores o los cables y funden los fusibles. Los daños también pueden producirse en los contadores o en los aparatos de los abonados. Las protecciones utilizadas -- son:

a) Los descargadores o pararrayos cuya función es ofrecer una vía através de la cual la descarga halle fácil camino a tierra, sin que llegue a saltar el aislamiento del equipo de línea impidiendo que la corriente de energía siga también el camino de la descarga.

b) Los conductores de tierra sobre las líneas, se usan principalmente sobre las líneas de transmisión, si -- bien, en algunos casos, puede ser ventajoso emplearlos sobre los conductores de distribución. La puesta a tierra ayuda a la prevención contra accidentes a las personas y peli-

gro de incendios por rayos, falta de aislamiento entre los arrollamientos primario y secundario de los transformadores o contactos eventuales entre hilos de alto y bajo voltaje.

Los fusibles de protección del circuito de alumbrado depende de la potencia de arranque de cada luminaria en el caso de utilizar aparatos de control individual en redes aéreas o subterráneas. En el caso de emplear aparatos de control múltiple paralelo con hilo piloto o circuitos independientes donde se tiene un grupo de luminarias, dependen de la capacidad de corriente total.

Los fusibles de protección de cada sistema de control y de cada circuito deben ser:

Circuito # 1:

Al ser utilizados aparatos de control individual, la protección es para cada luminaria de vapor de sodio de alta presión de 450 W., por lo tanto la corriente de arranque es de 12,30 amperios (véase página 116), en consecuencia, se requieren fusibles de protección de 15 amperios.

Circuito # 2:

IDEM circuito # 1.

Circuito # 3:

Al ser utilizados aparatos de control múltiple paralelo con hilo piloto, la protección es para todo el grupo de luminarias que abarque cada aparato de control. En el circuito # 3, empleamos 1 aparato cuya capacidad máxima es 60 amperios, razón por la cual dividimos en dos grupos de

luminarias.

Primer grupo:

38 luminarias incandescentes de 150 W. = 5,70 Kw.

$$(12) \quad I = \frac{5,70 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 25,91 \text{ Amp}$$

Los fusibles de protección para este grupo de luminarias es de 30 amperios.

Segundo grupo:

Empleamos aparatos de control individual, por lo tanto consideramos la corriente de arranque de las luminarias de vapor de sodio de alta presión de 400 W. (véase página 116). Los fusibles de protección que corresponden a estas luminarias es de 15 amperios.

Circuito # 4:

Tiene una capacidad de 60,68 amperios, razón por la cual dividimos en dos grupos de luminarias.

Primer grupo:

45 luminarias incandescentes de 150 W. = 6,75 Kw. que proporciona una corriente de 30,68 amperios, en consecuencia se requiere fusibles de 35 amperios.

Segundo grupo:

44 luminarias incandescentes de 150 W. = 6,60 Kw. que proporciona una corriente de 30 amperios, donde empleamos fusibles de 35 amperios.

Circuito # 5:

IDEM circuito # 1.

Circuito # 6:

Dividimos en dos grupos a saber:

Primer grupo:

Empleamos aparatos de control individual, por lo tanto consideramos la corriente de arranque de las luminarias de sodio con halogenuros y las de sodio de alta presión (véase páginas 116 y 120). Los fusibles de protección que corresponden a los dos tipos de luminarias es de 60 y 15 amperios respectivamente..

Segundo grupo:

Contiene: 41 luminarias de vapor de mercurio de color corregido de 136 W. lo cual da una potencia total de 5,58 kilovatios.

$$(12) \quad I = \frac{5,58 \text{ Kw}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 25,35 \text{ Amp}$$

Para este grupo de luminarias, empleamos 1 aparato de control múltiple paralelo de circuito independiente, cuyo fusible de protección corresponde a 30 amperios.

A la salida de cada transformador se colocará fusibles de 65 amperios para proteger las líneas de alumbrado, se ha escogido la capacidad mencionada, debido a que los 6 circuitos tienen corrientes equilibradas, (véase páginas 11 y 119)

C A P I T U L O IV.

ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO

Este capítulo dedicaremos a la descripción de los materiales a utilizar en el proyecto; luego presentamos la evaluación económica de dos sistemas de iluminación lo cual identifica el sistema conveniente relacionado con el coste inicial o el coste total. Finalizamos el trabajo dando recomendaciones para el empleo de luminarias, postes etc. con sus respectivos planos y esquemas.

IV.1. ESPECIFICACIONES PARA LAS INSTALACIONES DE ILUMINACION Y

IV.2. LISTA DE MATERIALES

RENGLON CANTIDAD DESCRIPCION DEL MATERIAL

1	3	Luminaria cerrada, completo con el proyector, incorporado el equipo de arranque (balasto y capacitor) y lámpara de vapor de sodio con halogenuros HPI de 2.000 W.
2	41	Luminaria cerrada, hecha de fibra de vidrio reforzado de polyester con terminal no corrosivo, encapsulado el balasto, el capacitor y la lámpara de mercurio de color corregido HPL de 125 W. apta para instalar en la punta del poste de hierro tubular de 3" de diámetro.
3	115	Luminaria cerrada, con espejos de aluminio

RENGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
		anodizado brillante, incorporado el equipo eléctrico y la lámpara de vapor de sodio - de alta presión SON/T de 400 W.
4	125	Luminaria abierta, tipo reflector de aluminio anodizado, incorporado el foco incandescente de 150 W.
5	111	Poste de gormigón armado, centrifugado, tipo II-2 de 12,50 metros de longitud.
6	59	Poste de madera tratada de 9,00 metros de longitud.
7	66	Poste de madera tratada de 8,00 metros de longitud.
8	41	Poste ornamental de hierro galvanizado de 3" de diámetro y 4,00 metros de longitud.
9	2.400	Metros de cable unipolar # 8 AWG, de cobre suave cableado, aislamiento PVC, tipo TW - para 600 voltios, el aislamiento será de doble capa para instalación subterránea.
10	15.100	Metros de cable unipolar # 8 AWG, de cobre desnudo semi-duro, para extender en instalación aérea.
11	30	Metros de cable unipolar # 8 AWG de cobre con aislamiento termoplástico TW, para 600 voltios, empleo en acometida de luminaria de 2.100 vatios.

REGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
12	1.270	Metros de cable unipolar # 14 AWG de cobre con aislamiento termoplástico TW, para 600 voltios, empleo en acometida de luminarias de 400 vatios.
13	690	ITEM 12, empleo en acometida de luminarias de 150 vatios.
14	330	ITEM 12, empleo en acometida de luminarias de 125 vatios.
15	630	Metros de conductor de cobre # 6 AWG desnudo sólido suave para ataduras.
16	239	Bastidor metálico (rack) de baja tensión - tipo servicio medio, para dos líneas con espaciamiento de 8" entre centros.
17	478	Banda de acero de una sóla sujeción, para fijación del rack a postes de hormigón o madera.
18	478	Aislador de pordelana tipo rollo, para usar en rack.
19	12	Switch fotoeléctrico, para control de alumbrado público y del área escénica con contactos normalmente abiertos, 220 voltios, de tensión de servicio, 60 ciclos por segundo, cuya capacidad será de 1.000 W. para lámparas incandescentes y 1.800 Va para lámparas de vapor de mercurio, completo --

REGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
		con los accesorios para el montaje.
20	4	Relé de contacto unipolar, con los contactos de carga normalmente abiertos, para 60 amperios, 250 voltios, 60 ciclos por segundo, con bobina desenergizada, para una tensión de servicio de 220 voltios, con fusible el sistema de carga, similar a R.C.O.C tipo MR-KD.
21	117	Relé para control individual de contacto bipolar, con los contactos de carga normalmente abiertos, para 40 amperios, 250 voltios, 60 ciclos por segundo, con bobina desenergizada, para una tensión de servicio de 220 voltios, con fusible al sistema de carga, similar a R.C.O.C. tipo MR-OD.
22	121	Portafusible para operación con manilla, para 600 voltios, 160 amperios, completo con todos sus accesorios para el montaje.
23	4	Cartucho fusible de 60 amperios para montar en portafusible del item 22.
24	117	Cartucho fusible de 40 amperios para montarse en portafusible del item 22.
25	121	Protector de sobretensión, tipo válvula, para 250 voltios, tensión de servicio, para distribución y con soporte para el montaje.

REGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL
26	10	Tensor de hierro riel de 3 metros de longitud, de 70 libras/yarda.
27	150	Metros de cable de acero galvanizado de -- 3/8" de diámetro, 7 hilos de alta resistencia.
28	4.530	Metros de cable unipolar # 8 AWG, de cobre desnudo semi-duro, para hilo piloto, aéreo
29	840	Metros de cable unipolar # 8 AWG, de cobre suave cableado, aislamiento PVC, tipo TW - para 600 voltios, el aislamiento será de - doble capa para hilo piloto subterráneo.
30	30	Metros cúbicos de hormigón simple para fundamento de los tensores y postes ornamentales.
31	33	Metros cúbicos de arena lavada.
32	16	Tubos de cemento de 10 centímetros de diámetro, a usarse en cruce de calzada.
33	2.500	Ladrillos tipo mambrón.
34	1	Lote de material menudo.

IV.3. PRESUPUESTO DE MATERIALES

REGLON	CANTIDAD	PRECIO	
		UNICO (SUCRES)	TOTAL (SUCRES)
1	3	27.000,00	81.000,00
2	41	4.000,00	164.000,00
3	115	5.960,00	685.400,00

RENGLON	CANTIDAD	PRECIO	
		UNICO (SUCRES)	TOTAL (SUCRES)
4	125	985,00	123.125,00
5	111	4.340,00	481.740,00
6	59	1.200,00	70.800,00
7	66	1.000,00	66.000,00
8	41	2.500,00	102.500,00
9	2.400	10,34	24.816,00
10	15.100	7,00	105.700,00
11	30	11,20	336,00
12	1.270	2,01	2.552,70
13	690	2,01	1.386,90
14	330	2,01	663,30
15	630	10,14	6.388,20
16	239	90,00	21.510,00
17	478	40,00	19.120,00
18	478	19,00	9.082,00
19	12	550,00	6.600,00
20	4	3.000,00	12.000,00
21	117	250,00	29.250,00
22	121	200,00	24.200,00
23	4	100,00	400,00
24	117	70,00	8.190,00
25	121	600,00	57.600,00
26	10	600,00	6.000,00
27	150	19,00	2.850,00
28	4.530	7,00	31.710,00

RENGLON	CANTIDAD	PRECIO	
		UNICO (SUCRES)	TOTAL (SUCRES)
29	840	10,34	8.685,60
30	30	750,00	22.500,00
31	33	200,00	6.600,00
32	16	15,00	240,00
33	2.500	2,00	5.000,00
34	1	1.000,00	1.000,00

IV.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

- Por materiales de luminarias.....	\$ 1'053.525,00
- Por materiales de apoyos.....	" 721.040,00
- Por materiales de conductores.....	" 185.088,70
- Por materiales de aislamiento y sujeción..	" 55.712,00
- Por materiales de control.....	" 47.850,00
- Por materiales de protección.....	" 90.390,00
- Por materiales adicionales.....	" 35.340,00
 Total por materiales.....	 " 2'188.945,70
 - Por mano de obra.....	 " 284.562,00
- Por dirección técnica, administración y honorarios.....	" 218.894,00
- Por transporte y herramientas.....	" 109.447,00
 Total general.....	 \$ 2'801.848,70

IV.5. ANALISIS ECONOMICO

En todos los sistemas como centrales, líneas de -- transmisión, redes de distribución e iluminación ; es fundamental el análisis económico debido a que este factor en muchos casos no permite la ejecución de las obras por su elevado costo.

El coste total del alumbrado calculamos, reuniendo todos los factores que intervienen en la instalación para comparar con otros diferentes sistemas de alumbrado. Para ello nos basamos en iguales niveles de iluminación y los resultados que se obtienen, son una guía segura respecto a la fuente de luz y tipo de luminaria mas adecuadas a emplear - en una instalación dada, sólo considerando el costo.

Dentro del análisis económico debemos considerar - el coste del consumo de energía, la limpieza y sustitución de las lámparas y al no estimar correctamente puede elevarse a resultados erróneos.

Para iniciar lo propuesto, mencionaremos otro tipo de luminaria , los cuales nos servirán para iluminar las diferentes zonas del proyecto, utilizando todos los factores mencionados en los capítulos posteriores a éste.

IV.5.1. AVENIDAS: AYMERICH Y A CONSTRUIRSE

Sistema (a): Luminaria de vapor de sodio de alta - presión SON/T de 400 vatios.

Sistema (b): Luminaria de vapor de mercurio de alta presión HO 400 vatios.

IV.5.1.1.DESCRIPCION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO

ESPACIO A ILUMINAR	AVENIDAS	
	Sistema (a)	Sistema (b)
1. Tipo de lámpara..	Vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 vatios.	Vapor de mercurio de alta presión - HO de 400 vatios.
2. Descripción de la lámpara.....	Alto rendimiento lumínico, peso <u>li</u> gero, cerrado <u>her</u> méticamente.	Rendimiento medio, facilita la agudeza visual, mala <u>co</u> rrección del color
3. Tipo de luminaria	Reflectora.	Reflectora.
4. Número de lámparas por luminaria	1	2,5

IV.5.1.2.DATOS BASICOS

5. Emisión luminosa por luminaria en lúmenes.....	40.000	40.000
6. Vida de la lámpara en horas.....	5.000	4.000
7. Potencia por <u>lumi</u> naria en vatios,- incluyendo el <u>q</u> -equipo auxiliar...	450	1.047,5
8. Coeficiente de <u>u</u> tilización.....	0,85	0,85

ESPACIO A ILUMINAR	AVENIDAS	
	Sistema (a)	Sistema (b)
9. Factor de mantenimiento.....	0,90	0,90
10. Número de luminarias.....	114	114
11. Nivel luminoso medio en lux...	18,09	18,09
12. Coste de la energía eléctrica. en \$/KWH.....	0,53	0,53
13. Servicio estimado en horas/año	4.380	4.380
IV.5.1.3. COSTE INICIAL		
14. Coste neto de cada luminaria.\$.	6.258,00	5.152,00
15. Coste neto adicional de los ac cesorios por luminaria en \$...	682,00	682,00
16. Coste estimado de los conducto res y de instalación por cada luminaria en \$.....	250,00	250,00
17. Coste inicial neto por cada -- lámpara en \$.....	1.010,00	1.370,00
18. Coste inicial neto de las lám- paras en \$.por.cada luminaria (4 x 17).....	1.010,00	3.425,00
19. Coste inicial total por lumina ria (14 + 15 + 16 + 18) en \$..	8.200,00	9.509,00
20. COSTE INICIAL TOTAL (10 x 19) \$	934.800,00	1.084.026,00

IV.5.1.4. CARGAS ANUALES FIJAS

21. Coste inicial por luminaria --

ESPACIO A ILUMINAR	AVENIDAS	
	Sistema (a)	Sistema (b)
sin lámparas (14 + 15 + 16) \$.	7.190,00	6.084,00
22.Coste inicial total sin lámparas (10 x 21) en \$.....	819.660,00	693.576,00
23.CARGAS ANUALES FIJAS (...%22).	8.196,60	6.935,76
IV.5.1.5.COSTE ANUAL DE OPERACION		
24.Número anual de lámparas reemplazadas (4 x 10 x 13 ÷ 6)....	100	312
25.Coste anual de la reposición de lámparas (17 x 24) en \$....	101.000,00	427.440,00
26.Coste anual de partes reemplazadas en \$.....	740,00	380,00
27.Coste total del material de reposición (25 + 26) en \$.....	101.740,00	427.820,00
28.Coste estimado de la mano de obra para reemplazar una lámpara en \$.....	300,00	300,00
29.Coste total de la mano de obra de reposición de lámparas (24x 28) en \$.....	30.000,00	93.600,00
30.Coste estimado de la limpieza por luminaria en \$.....	200,00	200,00
31.Número de limpiezas por año.....	1	1
32.Coste anual de la limpieza (10 x 30 x 31) en \$.....	22.800,00	22.800,00

ESPACIO A ILUMINAR	AVENIDAS	
	Sistema (a)	Sistema (b)
33. Coste anual total del trabajo de entretenimiento (29 + 32) \$	52.800,00	116.400,00
34. Coste anual total de entretenimiento (27 + 33) en \$.....	154.540,00	544.220,00
35. Coste anual de la energía (7 x 10 x 12 x 13 ÷ 1.000) en \$....	119.087,82	277.209,98
36. COSTE ANUAL TOTAL DE CONSERVACION (34 + 35) en \$.....	273.627,82	821.429,98

IV.5.1.6. COSTE TOTAL

37. COSTE ANUAL TOTAL (23 + 36) \$.	281.824,42	828.365,74
38. COSTE ANUAL POR LUX (37 ÷ 11).	15.579,02	45.791,56

IV,5.2. CALLES Y CALLEJONES

Sistema (a): Luminaria incandescente de 150 vatios

Sistema (b): Luminaria de vapor de mercurio de color corregido HPL de 50 vatios.

IV.5.2.1. DESCRIPCION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO

ESPACIO A ILUMINAR	CALLES Y CALLEJONES	
	Sistema (a)	Sistema (b)
1. Tipo de lámpara..	Incandescente de 150 vatios	Vapor de mercurio de color corregido HPL de 50 vatios.
2. Descripción de la		

ESPACIO A ILUMINAR	CALLES Y CALLEJONES	
	Sistema (a)	Sistema (b)
lámpara.....	Bajo rendimiento, vida útil bastante corta.	Característico es el color blanco - muy vivo, el rendimiento es bueno y tiene una larga duración útil.
3. Tipo de luminaria	Reflectora.	Reflectora.
4. Número de lámparas por luminaria	1	1,05
IV.5.2.2.DATOS BASICOS		
5. Emisión luminosa por luminaria en lúmenes.....	1.790	1.790
6. Vida de la lámpara en horas	1.000	4.000
7. Potencia por luminarias en vatios (incluyendo el equipo auxiliar)..	150	62,12
8. Coeficiente de utilización.....	0,80	0,85
9. Factor de mantenimiento.....	0.85	0,90
10. Número de lumina-		

ESPACIO A ILUMINAR	CALLES Y CALLEJONES	
	Sistema (a)	Sistema (b)
ria.....	125	125
11.Nivel luminoso medio en lux...	2,53	2,53
callejones.....	3,61	3,61
12.Coste de la energía en \$/KWH..	0,53	0,53
13.Servicio estimado en horas/año	4.380	4.380
IV.5.2.3.COSTE INICIAL		
14.Coste neto de cada luminaria \$	1.034,00	3.110,00
15.Coste neto adicional de los ac cesorios por luminaria en \$...	380,00	480,00
16.Coste estimado de los conducto res y de instalación por cada luminaria en \$.....	200,00	200,00
17.Coste inicial neto por cada -- lámpara en \$.....	215,00	170,00
18.Coste inicial neto de las lám paras por cada luminaria (4 x 17) en \$.....	215,00	178,50
19.Coste inicial total por lumina ria (14 + 15 + 16 + 18) en \$..	1.829,00	3.968,50
20.COSTE INICIAL TOTAL (10x19) \$.	228.625,00	496.062,50
IV.5.2.4.CARGAS ANUALES FIJAS		
21.Coste inicial por luminaria -- sin lámparas (14 + 15 + 16) \$.	1.614,00	3.790,00

ESPACIO A ILUMINAR	CALLES Y CALLEJONES	
	Sistema (a)	Sistema (b)
22.Coste inicial total sin lámparas (10 x 21) en \$.....	201.750,00	473.750,00
23.CARGAS ANUALES FIJAS (...%22).	2.017,50	4.737,50
IV.5.2.5.COSTE ANUAL DE OPERACION		
24.Número anual de lámparas reemplazadas (4 x 10 x 13 ÷ 6)....	547,50	143,72
25.Coste anual de la reposición de lámparas (17 x 24) en \$....	117.712,50	24.432,40
26.Coste anual de partes reemplazadas en \$.....	200,00	380,00
27.Coste total del material de reposición (25 + 26) en \$.....	117.912,50	24.812,40
28.Coste estimado de la mano de obra para reemplazar una lámpara en \$.....	300,00	300,00
29.Coste total de la mano de obra de reposición de lámparas (24x 28) en \$.....	164.250,00	43.116,00
30.Coste estimado de la limpieza por luminaria en \$.....	200,00	200,00
31.Número de limpieza por año....	1	1
32.Coste anual de la limpieza (10 x 30 x 31) en \$.....	25.000,00	25.000,00
33.Coste anual total del trabajo		

ESPACIO A ILUMINAR	CALLES Y CALLEJONES	
	Sistema (a)	Sistema (b)
de entretenimiento (29+32) \$..	189.250,00	68.116,00
34.Coste anual total de entretenimiento (27 + 33) en \$.....	307.162,50	92.928,40
35.Coste anual de la energía (7 x 10 x 12 x 13 ÷ 1.000) en \$....	43.526,25	18.025,67
36.COSTE ANUAL TOTAL DE CONSERVACION (34 + 35) en \$.....	350.688,75	110.954,07
IV.5.2.6.COSTE TOTAL		
37.COSTE ANUAL TOTAL (23+36) \$...	352.706,25	115.691,07
38.COSTE ANUAL POR LUX(37 ÷ 11)		
Calles en \$.....	139.409,59	45.727,89
Callejones en \$.....	97.702,56	32.047,53

IV.5.3. MONUMENTO A LA VIRGEN

Sistema (a): Luminaria de vapor de mercurio con halogenuros HPI de 2.000 vatios.

Sistema (b): Luminaria incandescente de cuarzo-yodo de 2.000 vatios.

IV.5.3.1.DESCRIPCION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO

ESPACIO A ILUMINAR	MONUMETO A LA VIRGEN	
	Sistema (a)	Sistema (b)
1. Tipo de lámpara..	Vapor de mercurio con halogenuros	Incandescente de cuarzo-yodo de ---

ESPACIO A ILUMINAR	MONUMENTO A LA VIRGEN	
	Sistema (a)	Sistema (b)
	HPI de 2.000 W. a 220 voltios	2.000 vatios y - 220 voltios
2. Descripción de la lámpara.....	Razonable reproducción de color, alto rendimiento lumínico.	Filamento doblemente espiralado, vida útil limitada.
3. Tipo de luminaria	Proyector HNF002	Proyector HNF002
4. Número de lámparas por luminaria	1	4,50
IV.5.3.2.DATOS BASICOS		
5. Emisión luminosa por luminaria en lúmenes.....	180.000	180.000
6. Vida de la lámpara en horas.....	2.000	2.000
7. Potencia por luminaria en vatios (incluyendo el equipo auxiliar)..	2.100	9.000
8. Coeficiente de utilización.....	0,85	0,85
9. Factor de mantenimiento.....	0,90	0,90

ESPACIO A ILUMINAR	MONUMENTO A LA VIRGEN Sistema (a)	LA VIRGEN Sistema (b)
10. Número de luminarias.....	3	3
11. Nivel luminoso medio en lux...	100,92	100,92
12. Coste de la energía en \$/KWH..	0,53	0,53
13. Servicio estimado en horas/año	4.380	4.380
IV.5.3.3. COSTE INICIAL		
14. Coste neto de cada luminaria \$	19.370,00	9.500,00
15. Coste neto adicional de los ac cesorios por luminaria en \$...	7.630,00	595,00
16. Coste estimado de los conducto res y de instalación por cada luminaria en \$.....	380,00	380,00
17. Coste inicial neto por cada -- lámpara en \$.....	4.630,00	595,00
18. Coste inicial neto de las lám- paras por cada luminaria (4 x 17) en \$.....	4.630,00	2.677,50
19. Coste inicial total por lumina ria (14 + 15 + 16 + 18) en \$..	32.010,00	13.152,50
20. COSTE INICIAL TOTAL (10 x 19)\$	96.030,00	39.457,50
IV.5.3.4. CARGAS ANUALES FIJAS		
21. Coste inicial por luminaria -- sin lámparas (14 + 15 + 16) \$.	27.380,00	10.475,00
22. Coste inicial total sin lámpa-		

ESPACIO A ILUMINAR	MONUMENTO A LA VIRGEN	
	Sistema (a)	Sistema (b)
ras (10 x 21) en \$.....	82.140,00	31.425,00
23.CARGAS ANUALES FIJAS (...%22).	821,40	314,25
IV.5.3.5.COSTE ANUAL DE OPERACION		
24.Número anual de lámparas reemplazadas (4 x 10 x 13 ÷ 6).....	6,57	295,65
25.Coste anual de la reposición de lámparas (17 x 24) en \$....	30.419,10	175.911,75
26.Coste anual de partes reemplazadas en \$.....	1.190,00	1.130,00
27.Coste total del material de reposición (25 + 26) en \$.....	31.609,10	177.041,75
28.Coste estimado de la mano de obra para reemplazar una lámpara en \$.....	300,00	300,00
29.Coste total de la mano de obra de reposición de lámparas (24x 28) en \$.....	1.971,00	88.695,00
30.Coste estimado de la limpieza por luminaria en \$.....	200,00	200,00
31.Número de limpieza por año....	1	1
32.Coste anual de la limpieza (10 x 30 x 31) en \$.....	600,00	600,00
33.Coste anual total del trabajo de entretenimiento (29+32) \$..	2.571,00	89.295,00

ESPACIO A ILUMINAR	MONUMENTO A LA VIRGEN	
	Sistema (a)	Sistema (b)
34. Coste anual total de mantenimiento (27 + 33) en \$.....	34.180,10	266.336,75
35. Coste anual de la energía (7 x 10 x 12 x 13 ÷ 1.000) en \$....	14.624,82	62.677,80
36. COSTE ANUAL TOTAL DE CONSERVACION (34 + 35) en \$.....	48.804,92	329.014,55
IV.5.3.6. COSTE TOTAL		
37. COSTE ANUAL TOTAL (23 + 36) \$.	49.626,32	329.328,80
38. COSTE ANUAL POR LUX (37 ÷ 11) \$.	491,74	3.263,27

IV.5.4. JARDIN Y CALLES DE PASO

Sistema (a): Luminaria de vapor de mercurio de color corregido HPL de 125 vatios.

Sistema (b): Luminaria incandescente de 150 vatios

IV.5.4.1. DESCRIPCION DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO

ESPACIO A ILUMINAR	JARDIN Y CALLES DE PASO	
	Sistema (a)	Sistema (b)
1. Tipo de lámpara..	Vapor de mercurio de color corregido HPL de 125 W.	Incandescente de 150 vatios.
2. Descripción de la Lámpara.....	Color blanco muy vivo, rendimiento bueno y tiene una	Bajo rendimiento y la vida útil - bastante corta.

ESPACIO A ILUMINAR	JARDIN Y CALLES DE PASO	
	Sistema (a)	Sistema (b)
	larga duraci3n 3til.	
3. Tipo de luminaria.....	Ornamental.	Ornamental.
4. N3mero de l3mparas por luminaria.....	1	3,02

IV.5.4.2.DATOS BASICOS

5. Emisi3n luminosa por luminaria en l3menes.....	5.400	5.400
6. Vida de la l3mpara en horas...	4.000	1.000
7. Potencia por luminaria en vatios (incluyendo el equipo auxiliar).....	136	452,51
8. Coeficiente de utilizaci3n....	0,85	0,80
9. Factor de mantenimiento.....	0,90	0,85
10.N3mero de luminarias.....	41	41
11.Nivel luminoso medio en lux...	12,92	12,92
12.Coste de la energ3a en \$/KWH..	0,53	0,53
13.Servicio estimado en horas/a3o	4.380	4.380

IV.5.4.3.COSTE INICIAL

14.Coste neto de cada luminaria \$	4.326,00	1.034,00
15.Coste neto adicional de los accesorios por luminaria en \$...	890,00	380,00
16.Coste estimado de los conducto		

ESPACIO A ILUMINAR	JARDIN Y CALLES DE PASO	
	Sistema (a)	Sistema (b)
res y de instalación por cada luminaria en \$.....	150,00	150,00
17. Coste inicial neto por cada lámpara en \$.....	240,00	215,00
18. Coste inicial neto de las lámparas por cada luminaria (4x 17) en \$.....	240,00	649,30
19. Coste inicial total por luminaria (14 + 15 + 16 + 18) en \$..	5.606,00	2.213,30
20. COSTE INICIAL TOTAL (10 x 19)\$	229.846,00	90.745,30
IV.5.4.4. CARGAS ANUALES FIJAS		
21. Coste inicial por luminaria sin lámparas (14 + 15 + 16) \$.	5.366,00	1.464,00
22. Coste inicial total sin lámparas (10 x 21) en \$.....	220.006,00	60.024,00
23. CARGAS ANUALES FIJAS (...%22).	2.200,06	600,24
IV.5.4.5. COSTE ANUAL DE OPERACION		
24. Número anual de lámparas reemplazadas (4 x 10 x 13 ÷ 6)....	44,90	542,33
25. Coste anual de la reposición de lámparas (17 x 24) en \$....	10.776,00	116.600,95
26. Coste anual de partes reemplazadas en \$.....	222,00	200,00

ESPACIO A ILUMINAR	JARDIN Y CALLES DE PASO	
	Sistema (a)	Sistema (b)
27. Coste total del material de <u>re</u> posición (25 + 26) en \$.....	10.998,00	116.800,95
28. Coste estimado de la mano de <u>o</u> bra para reemplazar una lámpa- ra en \$.....	300,00	300,00
29. Coste total de la mano de obra de reposición de lámparas (24x 28) en \$.....	13.470,00	162.699,00
30. Coste estimado de la limpieza por luminaria en \$.....	200,00	200,00
31. Número de limpieza por año....	1	1
32. Coste anual de la limpieza (10 x 30 x 31) en \$.....	8.200,00	8.200,00
33. Coste anual total del trabajo de entretenimiento (29+32) \$..	21.670,00	170.899,00
34. Coste anual total de entreti- miento (27 + 33) en \$.....	32.668,00	287.699,95
35. Coste anual de la energía (7 x 10 x 12 x 13 ÷ 1.000) en \$....	12.944,13	43.068,73
36. COSTE ANUAL TOTAL DE CONSERVA- CION (34 + 35) en \$.....	45.612,13	330.768,68
 IV.5.4.6. COSTE TOTAL		
37. COSTE ANUAL TOTAL (23 + 36) \$.	47.812,19	331.368,92
38. COSTE ANUAL POR LUX (37÷11) \$.	3.700,63	25.647,75

Como notamos en el cuadro de las páginas 134 a la 148, la evaluación del análisis económico podemos dividirlo en dos tipos de costos:

a) Coste inicial, es ventajoso para el cliente cuando sostiene un capital bajo, se puede suministrar costo bajo para instalaciones poco importantes o en el caso que no se puede recaudar el dinero invertido como en el caso de las calles y callejones del Panecillo.

b) Coste total, es donde se visualiza en forma clara y evidente cual sistema o que luminarias son mas costosas o mas económicas, reuniendo todos los factores que afectan al análisis económico como son: el coste inicial, carga fija de mantenimiento y reparación, coste de energía eléctrica, etc.

Según el cuadro, del análisis económico numérico observamos que cierto tipo de luminarias que inicialmente tienen un costo superior a otras luminarias, a la postre vienen a ser las mas económicas por los gastos de energía, mantenimiento etc., que generalmente se presentan en las luminarias de alto rendimiento.

En resumen tenemos la comparación de los costes inicial y total de los dos sistemas empleados en el análisis económico del proyecto.

- Avenidas:

El sistema (a) tiene un costo inicial de 13,77 % y un costo total del 65,98 % inferiores al sistema (b), es --

así, que tanto por sus razones técnicas como económicas, empleamos el sistema (a), es decir luminarias de vapor de sodio de alta presión SON/T de 400 vatios.

- Calles y callejones:

El sistema (a) tiene un coste inicial del 53,91 % inferior y un coste anual total del 67,20 % superior al sistema (b). Por razones económicas iniciales empleamos el sistema (a), que representan luminarias reflectoras incandescentes de 150 vatios.

- Monumento a la Virgen:

El sistema (a) tiene un coste inicial total del 58,91 % superior y un coste anual total del 84,93 % inferior al sistema (b). Por razones económicas emplearíamos el sistema (b), en cambio por las características técnicas el sistema (a); entonces, para el empleo de uno u otro sistema se pone en relieve la importancia del espacio a iluminar, por lo tanto, el sistema a emplearse en el proyecto es el "a", es decir, luminarias de vapor de sodio con halogenuros HPI de 2.000 vatios.

- Jardín y calles de paso:

El sistema (a) tiene un coste inicial total del 60,52 % superior y un coste anual total del 85,57 % inferior al sistema (b). Para el empleo de uno u otro sistema, realizamos el análisis anterior (Monumento a la Virgen), es decir, concluimos con las luminarias de vapor de mercurio de color corregido HPL de 125 vatios.

IV.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objeto de la presente tesis ha sido simplificar las descripciones de los materiales a emplearse, para dar una orientación rápida como y porque seleccionar los aparatos para una instalación de iluminación y en particular conseguir un método sencillo para los cálculos y poder aplicar en la práctica. Además penetrar en el campo turístico que es parte de toda ciudad moderna, por esta razón será menester adiestrar a personas que demuestren capacidad y condiciones que las califiquen para dirigir una industria turística próspera. Un factor importante que influirá en la posibilidad de que el país se abra al turismo internacional es la existencia y la calidad de carreteras y otros medios tanto en obras civiles como eléctricas.

En varias naciones existen compañías dedicadas al desarrollo del turismo que están patrocinadas por los respectivos gobiernos. Estas llevan a la práctica proyectos esenciales para el florecimiento de la industria turística, como construcción de hoteles, museos, piscinas de natación, monumentos, aeropuertos y carreteras; también mejoran las playas y abren nuevos terrenos para diversas actividades, con sus respectivas y severas iluminaciones.

Un alumbrado uniforme no es siempre apropiado, puesto que hay muchas situaciones en que sería mejor acentuar ciertas zonas por medio de una forma apropiada de alumbrado concentrado. Las zonas de congestión de tránsito y de

peatones son algunos ejemplos, así como las regiones mas oscuras que son deseables para eficaz iluminación con proyectores de ciertos monumentos o espacios elegidos. Lo que también es de importancia particular, donde hay parques y jardines, es que se reduzca la iluminación para acentuar la belleza de árboles, fuentes, monumentos, etc., con iluminación decorativa.

Todos nosotros, con inclusión del público en general debemos formularnos la siguiente pregunta: ¿Qué podemos hacer con nuestras ciudades por la noche?. Sabemos que un buen alumbrado público o arquitectónico fomentan las actividades sociales, hace las calles mas seguras para el tránsito de peatones y motorizado, reduce las actividades criminales y de muchas maneras, hace que nuestras comunidades sean mas agradables y exentas de dificultades. Las impresiones nocturnas son importantes, porque una área, una ciudad bien iluminada atrae visitantes. Dentro de tal clima agradable, la vida nocturna social se expande, el progreso social es estimulado y se crea un verdadero sentido de orgullo local. Podría hacerse mucho mas para introducir el tipo de alumbrado que aporta variación, color, movimiento y animación a la escena exterior. No sólo sería una ventaja para los centros urbanísticos, avenidas, carreteras, autopistas, sino que podría rejuvenecer y cambiar todo el aspecto nocturno del ambiente de la ciudad.

En el diseño básico de los proyectos de alumbrado

hay dos ingredientes de importancia fundamental, los elementos "cuantitativo" y "cualitativo". Es evidente que el propósito primero de toda instalación de alumbrado buena, ha de ser el cumplimiento funcional y directo del fin propuesto; sobre todo en el clima actual de restricciones económicas y conservación de energía. Apesar de ello, la calidad artística en el alumbrado siempre será un factor importante del diseño, que puede contribuir en forma valiosa a nuestra apreciación completa y goce del ambiente nocturno.

Sin duda, el alumbrado artificial es uno de los factores esenciales de la vida actual. En el trabajo, en casa, en el recreo proporciona toda clase de servicios. Los servicios sociales y médicos, industriales y comerciales, en entretenimiento doméstico y actividades en tiempo libre, viajes y comunicación -prácticamente todos los aspectos de la vida de comunicación- dependen mucho del alumbrado.

Nos incumbe a todos, al diseñar instalaciones de alumbrado, el tener en cuenta el ambiente nocturno en su totalidad, tratando sin cesar de mejorarlo. Deberíamos aprovechar eficazmente las muchas maneras útiles y agradables en que el alumbrado, a mas de presentar un servicio muy valioso a la sociedad, puede también enriquecer el mundo en que vivimos, trabajamos y jugamos. Un alumbrado atrayente participa en la creación de dicho ambiente agradable y flexible de que goza todo el mundo, contribuyendo así de manera importante a la satisfacción de las necesidades del hombre.

Con la introducción de lámparas de tamaño pequeño y gran eficiencia permiten a la re-introducción del alumbrado mediante postes altos para la iluminación de grandes superficies. La iluminación con proyectores de una ciudad es un método nuevo y que se utiliza cada vez mas para proporcionar alumbrado de seguridad y amenidad en zonas donde previamente no existía, o donde los métodos de alumbrado existentes eran inadecuados. A fin de facilitar la instalación y el mantenimiento, los proyectores se pueden montar en un anillo, para izar hasta la punta por medio de un torno móvil de doble tambor.

Aunque, ante todo, hay que diseñar el alumbrado para que desempeñe sus propósitos funcionales, nunca debemos ⁵dejar de cuidar la apreciación estética de la instalación final. Respecto a este punto, muchas veces la imagen diurna constituye la consideración mas importante. Hace falta una selección cuidadosa de la columna acertada que se adapte al ambiente arquitectónico o de paisaje de la zona comprendida. La relación entre altura e intervalos es un criterio muy importante para todo alumbrado en especial público, de carreteras y autopistas, porque la adopción de alturas de montajes mas grandes tiende a reducir la cantidad de columnas necesarios. Esto es muy deseable, tanto desde el punto de vista económico como por otros motivos.

Los postes de gran altura contribuyen mucho al carácter atrayente de la escena total. Sería factible el em-

pleo de postes de gran altura en el Panecillo en el caso de no ser loma, donde prácticamente es imposible evitar las --sombras en las vías públicas, en cambio la Cima es un espacio reducido.

Una ventaja se puede pensar en los postes de gran altura, la posibilidad de bajar los proyectores hasta el nivel de los ojos en tierra, por medio de un botón, en lugar de tener que subir a una altura considerable. Esto, incluso constituye una de las respuestas clave al problema de mantenimiento. Es difícil e, incluso, imposible de realizar trabajos en la punta del poste.

Afortunadamente, se puede eliminar la necesidad de acróbatas para efectuar los trabajos de mantenimiento. Otro resultado mas es que se cuida mejor la instalación, porque es tanto mas fácil y cómodo de sustituir una lámpara o limpiar un reflector o proyector con los pies en tierra firme.

Podría pensarse que el mecanismo de ascensor auntará el costo de la instalación. Pero no es así, ya que dicha instalación suprime la necesidad de una escalera, plataforma de trabajo e instalación protectora, el resultado final es una reducción del costo. Se trata de un notable ejemplo de la manera en que las técnicas modernas pueden produ--cir obras mas perfectas.

A pesar de las dificultades financieras y de energía actuales, ahora es el momento para hacerse sentir y, --aunque sólo fuera para proyectos o futuros como es el presen-

te trabajo, despertar el interés y pedir apoyo para mejorar el ambiente nocturno. Al fin y al cabo, la mitad de nuestra vida (donde quiera que vivamos) en promedio lo pasamos a oscuras, y todo lo que introduzca un poco más de belleza y encanto en aquellas horas frecuentemente tristes será bienvenido sea para seguridad, comodidad o simple placer.

Existen muchas maneras y formas en que el alumbrado puede constituir una contribución importante al mejoramiento del ambiente nocturno, pero al desarrollarlas, nos hallamos confrontados, entre otras cosas, con una combinación de interés financiero, prácticos y estéticos. Posiblemente esto se debe a la aproximación mundana; podríamos tratar el asunto de manera más positiva, si la primera pregunta fuese: ¿Cuál embellecimiento visual deseamos? en lugar de ¿Cómo puede lograrse y cuánto va a costar?. Deberíamos darnos cuenta no sólo del alumbrado y de los efectos que produce, sino también de los equipos usados para proporcionarlo.

El alumbrado exterior eficaz de nuestros sitios públicos pueden hacer nuestra ciudad o ciudades más seguras, alegres, hermosas y estimulantes. Sin embargo, para ello hace falta un esfuerzo combinado de todos los interesados, autoridades civiles, urbanistas, arquitectos, dueños de inmuebles, casas comerciales, etc., y, desde luego, de los proyectistas de alumbrado, fabricantes, contratistas y suministradores, ya que todos tienen un papel a desempeñar.

El tiempo cambiará y nosotros cambiaremos con él, y, por lo tanto, hemos de pensar y diseñar con un porvenir esperanzado en la mente, confidentes de que la belleza de nuestro ambiente -de día y de noche- es lo mas importante. Nos damos perfectamente cuenta de las numerosas ventajas -- que se puede sacar de la aplicación y artística de la luz -- en ciudades y pueblos por la noche. Con todo ello el campo sigue abierto para muchos tipos de alumbrado exterior y no cabe duda de que los luminotécnicos locales sabrán vencer -- los muchos desafíos que van a encontrar.

IV.7. PLANOS Y ESQUEMAS

Presentamos dos tipos de planos en el proyecto de iluminación de la zona del Panecillo. El plano "A", corresponde a la distribución de la renovación urbana que el Ilustre Municipio de Quito tiene proyecto de realizar en dicha zona; mientras que el plano "B", corresponde a las instalaciones eléctricas tanto de Alumbrado Público como de la iluminación del Area Escénica.

En cuanto a los esquemas, representamos a continuación, los cuales son empleados en el proyecto, a saber: de lámparas, de apoyos, de sistema de control.

Las lámparas incandescentes, no requieren de esquema de conexión; porque se conectan directamente a la red, en cambio las lámparas de descarga si lo requieren, como se expresa en la figura # 33.

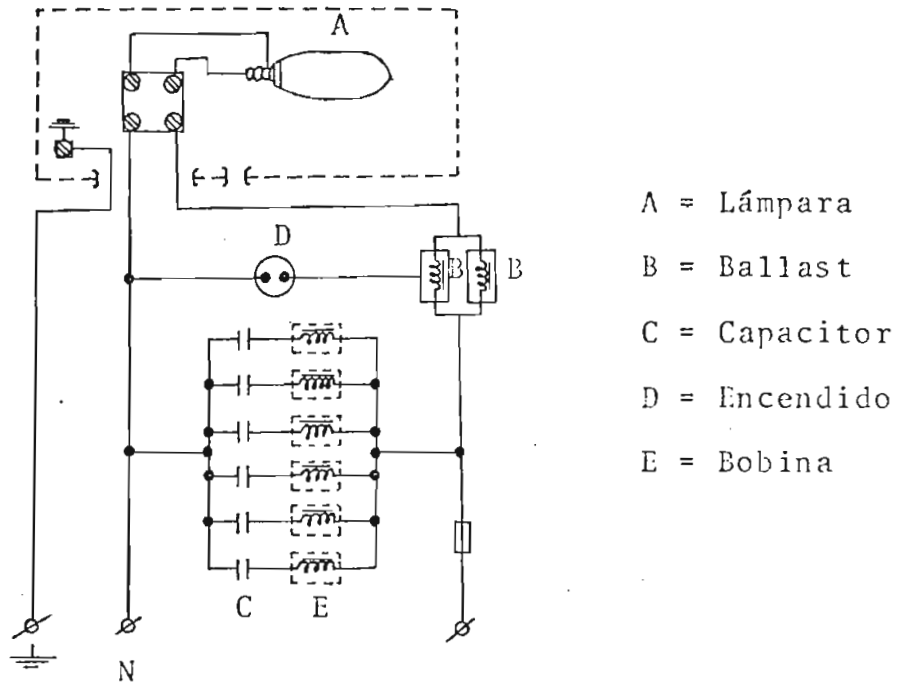


FIG. #33.- ESQUEMA DE CONEXION PARA LAMPARAS DE SODIO CON HALOGENUROS DE 2.000 VATIOS Y 220 VOLTIOS.

Los apoyos utilizados en el proyecto, encontramos en el capítulo II, cuyos esquemas presentamos a continuación, los cuales pueden ser para emplear sólo la luminaria; para emplear la luminaria y la red de baja tensión en el caso de las calles y callejones o también en las avenidas. -- Los apoyos para colocar únicamente la luminaria, tenemos en dos tipos como son: luminaria en el tope de poste y luminaria con brazo para alumbrado de las avenidas, calles y callejones para distribuir en forma lateral.

El esquema del apoyo ornamental para colocar la luminaria en el tope se expresa en la figura # 34 que se encuentra en la página que sigue.

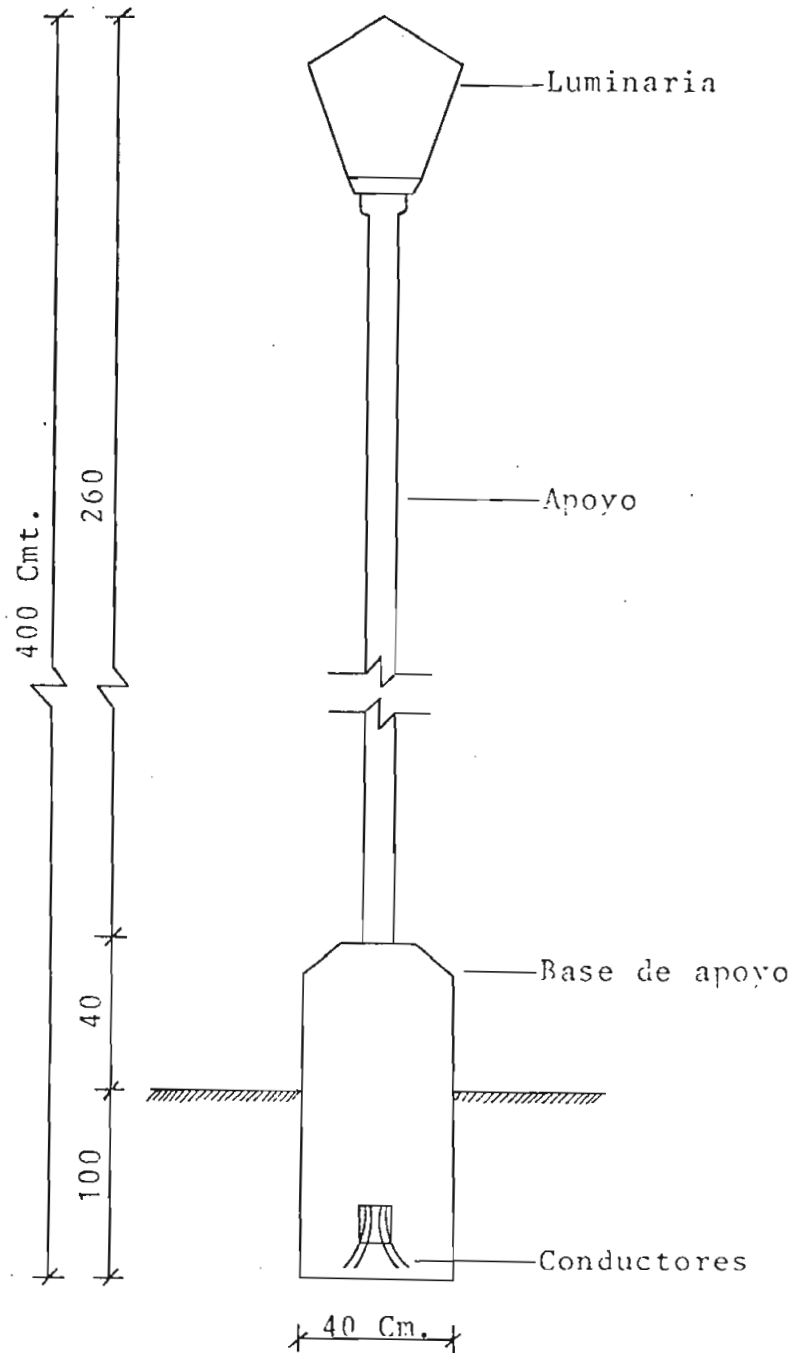


FIG. #34.- ESQUEMA DE APOYO ORNAMENTAL PARA COLOCACION DE LUMINARIA EN EL TOPE

El esquema del apoyo para colocar el brazo de la luminaria anotamos en la página siguiente en la figura # 35 con alturas recomendadas en la tabla # 32.

TABLA #32.- ALTURAS RECOMENDADAS
PARA LAS AVENIDAS

ANCHO DE LA CALZADA (mt.)	C(mt.)	D(mt.)	L(mt.)
12,00	0,60	10,75	1,80
8,00	0,60	10,75	1,50

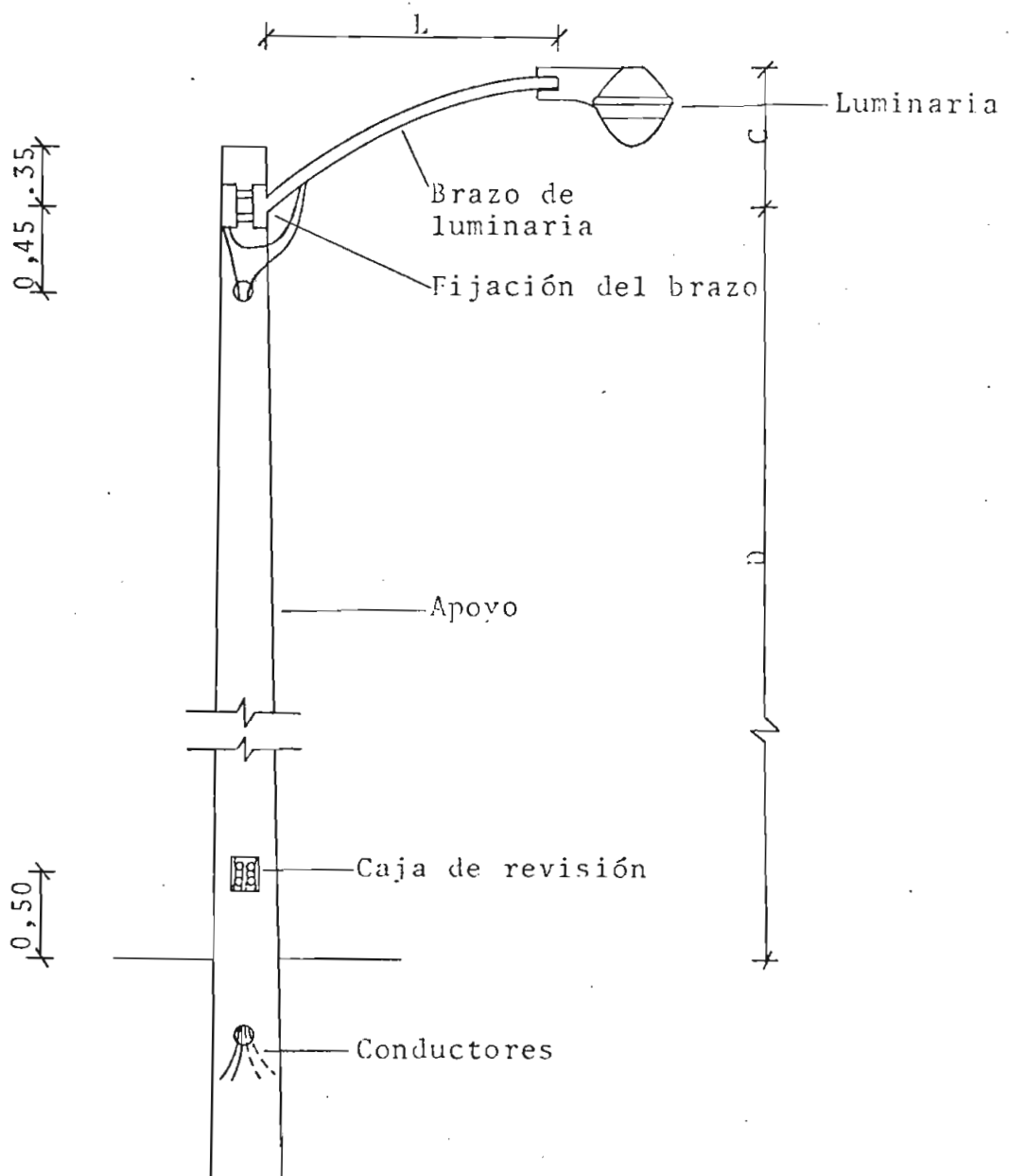


FIG. #35.- ESQUEMA DE APOYO PARA COLOCAR LUMINARIA CON BRAZO

En el caso de las calles y callejones, es necesario la red de baja tensión debido a que, a todo lo largo de éstas vías se encuentran abonados. El esquema de apoyo a utilizarse se expresa en la figura # 36.

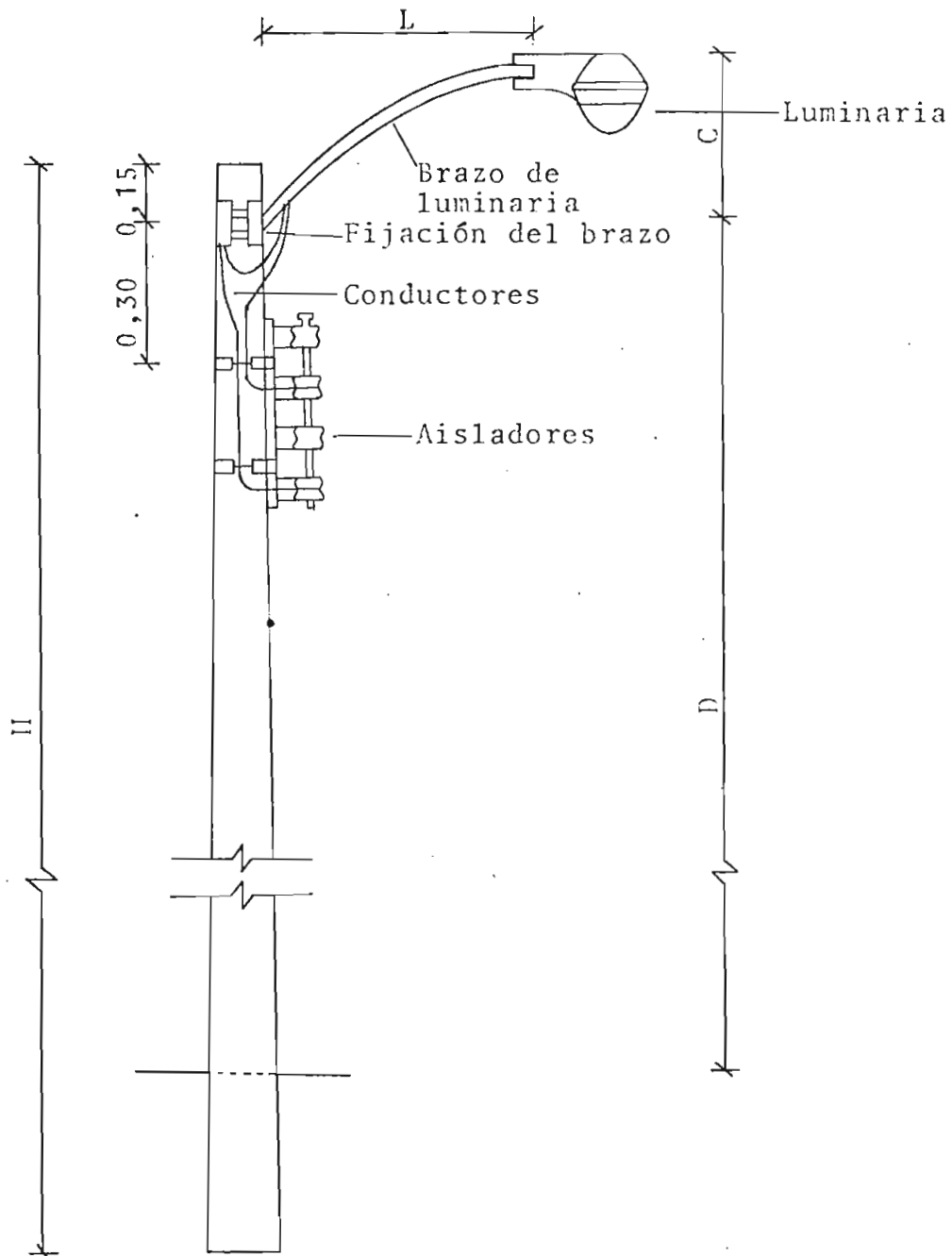


FIG. #36.- ESQUEMA DE APOYO PARA LUMINARIA Y RED DE BAJA TENSION

En la siguiente tabla presentamos las dimensiones respectivas de la figura anterior.

TABLA #33.- ALTURAS RECOMENDADAS EN APOYOS DE LAS CALLES Y CALLEJONES

ANCHO DE LA CALZADA (mt.)	H(mt.)	C(mt.)	D(mt.)	L(mt.)
8,00	9,00	0,40	7,45	1,20
6,00	8,00	0,30	6,55	0,90

Los esquemas de control de iluminación encontramos en el capítulo III, punto 3.3., página 124.

B I B L I O G R A F I A

1. MANUAL DE ALUMBRADO
Philips
Madrid/1.976
2. LAMPARAS ELECTRICAS
José Ramirez Vásquez
Barcelona-España/1.974
3. SISTEMAS DE ILUMINACION Y PROYECTOS DE ALUMBRADO
José Ramirez Vásquez
Barcelona-España/1.974
4. LUMINOTECNIA: SUS PRINCIPIOS Y APLICACIONES
R. G. Weigel
Barcelona/1.973
5. MANUAL DE ALUMBRADO
Westinghouse
Madrid/1.972
6. FOCOS LUMINOSOS
W. Elenbaas
Londres/1.972-
Edición: The Macmillan Press Ltd., Serie Biblioteca Técnica Philips.
7. LA LUZ Y EL ALUMBRADO
Hans Jurgen Hentshel
Berlin y Munich/1.972
Publicado por Siemens A. G.

8. TECNOLOGIA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

A. F. Spitta

Berlin y Munich/1.972

Publicado por Siemens A. G.

9. FUNDAMENTOS DE LA TECNICA FOTOMETRICA

E. Helbig

Leipzig/1.972

10. TECNICA DEL ALUMBRADO: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

M. Déribéré

Madrid/1.967

11. STREET LIGHTING HANDBOOK

Prepared by street and highway Lighting Committee of the
Edison Electric Institute

New-York/1.963

12. I.E.S. LIGHTING HANDBOOK

The standard Lighting Guide

Published by the Illuminating Engineering Society

New-York/1.962

13. REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA

POR: H. Carpenter y J. B. Harris

Páginas: 1-7.- Calidad artística en alumbrado público

Año/1.976-#1

14. REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA

POR: Job Jansen

Páginas: 57-66.- La iluminación entre la ingeniería y la
arquitectura.

Año/1.976- # 3

15. REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA

POR: Carlos T. Hecht

Páginas: 16-26.- Desarrollo del alumbrado en Suramérica

Año/1.974 # 1

16. REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA

POR: Dr. J. G. van Wyngaarden

Páginas 93-99.- Lámparas eléctricas actuales

Año/1.974 # 3

17. DESARROLLO NACIONAL: SERVICIOS PUBLICOS

Página 50.- Pasos para crear una región turística

Junio-Julio/1.973

18. DESARROLLO NACIONAL: SERVICIOS PUBLICOS

Página 55.- EL TURISMO REQUIER ALGO MAS QUE PAISAJES
HERMOSOS

Noviembre-Diciembre/1.973