

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA



OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO  
EN LA LOCALIDAD DE CARACOLLO

Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura

POR: WLADIMIR MAMANI CONDORI

TUTOR: ING. FREDDY SOTO ALANES

LA PAZ – BOLIVIA

2014

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Freddy Soto Alanes, tutor del proyecto por su asesoramiento íntegro y desinteresada colaboración y además a todos los docentes de la carrera de electromecánica quienes me transmitieron su conocimiento para enfrentar con base sólida mi futuro profesional.

A mis compañeros de la carrera con quienes compartimos muchas alegrías y que siempre nos apoyamos unos a otros.

## **DEDICADO**

A Dios por su amor y sabiduría que día a día me regala.

A mi padre Ángel Mamani Ch.

A mi madre Cristina Condori C.

A mis hermanas Zenaida y Vitalia que siempre me apoyaron y confiaron en mí.

Dedico este trabajo con mucho cariño y amor.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal mejorar el sistema de alumbrado público de la localidad de Caracollo, los cuales abarcan avenidas, calles, plazas, etc.

En la localidad de Caracollo se ha podido verificar que las lámparas utilizadas en el alumbrado público no son las adecuadas, es por esa razón que en el presente proyecto se describen los distintos tipos de lámparas a utilizar.

En este proyecto se plantea el uso de software como el Autocad, el cual nos facilita la ubicación de las luminarias y el tipo de lámpara que se utiliza, pero además nos permite establecer planes de trabajo para optimizar el tiempo y tener un mayor control del personal.

Los aspectos fundamentales que se tomaran en cuenta en el presente proyecto son las siguientes:

- Fuentes luminosas de mayor utilización en el alumbrado público.
- Selección de altura de montaje, separación y disposición de las fuentes luminosas.
- Nivel de iluminación apropiado para cada tipo de vía.

Las características citadas anteriormente son la base para desarrollar el presente proyecto pero además se describirán algunas alternativas para mejorar el alumbrado público, como la utilización de estabilizadores de flujo luminoso, interruptores astronómicos, fotoceldas, etc. Pero además se requiere presentar un plan de mantenimiento preventivo para así poder evitar el mantenimiento correctivo.

Después de haber analizado las características de cada lámpara, se ha llegado a la conclusión de que la mejor opción son las lámparas de vapor de sodio de alta presión por su alta eficacia, pero además por la conveniencia que esta tiene sobre la localidad de Caracollo.

## INDICE

### RESUMEN

	<b>Pág.</b>
<b>CAP. 1 GENERALIDADES</b>	
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	3
1.5. JUSTIFICACION.....	3
1.6. ALCANCE DEL PROYECTO .....	4
<b>CAP. 2 MARCO TEORICO</b>	
2.1. INTRODUCCION DE LOS EFECTOS FISICOS DE LA LUZ.....	5
2.1.1. LUZ Y COLOR.....	5
2.1.2. NATURALEZA DE LA LUZ.....	7
2.1.3. RADIACION.....	7
2.1.4. CARACTERISTICA DE LA RADIACION LUMINOSA.....	7
2.1.5. EL OJO Y LA VISION .....	8
2.2. CONCEPTOS GENERALES EN LUMINOTECNIA .....	10
2.2.1. FLUJO LUMINOSO .....	10
2.2.2- NIVEL DE ILUMINACION .....	10
2.2.3. INTENSIDAD LUMINOSA .....	10
2.2.4. LUMINANCIA .....	11
2.2.5. RENDIMIENTO LUMINOSO .....	11
2.3. ASPECTOS TECNICOS DEL ALUMBRADO PUBLICO.....	11
2.3.1. LAMPARAS INCANDESCENTE .....	11
2.3.2. LAMPARA FLUORESCENTE.....	12
2.3.3. LAMPARAS DE DESCARGA .....	12
2.3.3.1. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	13
2.3.3.2. LAMPARAS DE LUZ MIXTA .....	15

2.3.3.3. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO.....	16
2.3.4. LAMPARAS DE LED .....	18
2.3.5. LAMPARA DE INDUCCION.....	19
2.3.6. LUMINARIA .....	20
2.4. DESIGNACION Y DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE LUZ .....	24
2.4.1. NOMENCLATURA .....	24
2.4.2. DISPOSICION DE LOS CENTROS LUMINOSOS .....	26
2.4.3. POSTES.....	28
2.4.4. CLASIFICACION DE VIAS Y NIVELES DE ILUMINACION .....	29
2.4.5. ALTURA DE MONTAJE DE LA LUMINARIA .....	32
2.5. MÉTODO DE CALCULO LUMINOTECNICO .....	33
2.5.1. METODO DEL FLUJO TOTAL .....	33

### **CAP. 3 INGENIERIA DE PROYECTO**

3.1. ELABORACION DEL PLANO DE LOCALIZACION DE LAS LUMINARIAS .....	35
3.2. AHORRO DE ENERGIA EN ILUMINACION.....	35
3.2.1. EQUIPOS AHORRADORES .....	35
3.2.2. OTROS DISPOSITIVOS .....	37
3.3. CONTROL DEL ALUMBRADO PUBLICO.....	43
3.3.1 .FOTOCONTROL.....	43
3.3.2. TEMPORIZADORES .....	45
3.3.3. CONTACTOR.....	45
3.3.4. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO .....	46
3.4. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ACTUAL.....	48
3.5. CLASIFICACION DE VIAS .....	49
3.6. SELECCION DE LUMINARIAS POR TIPO DE VIA.....	51
3.7. NIVEL DE ILUMINACION SEGUN CLASIFICACION DE VIAS .....	52
3.8. CALCULO LUMINOTECNICO .....	53
3.9. CALCULO ELECTRICO .....	58
3.9.1. ESTIMACION DE POTENCIA .....	58
3.10. SISTEMA DE CONTROL.....	62

3.11. GRADOS DE PROTECCION .....	63
3.12. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	65
3.13. MANTENIMIENTO DE LUMINARIA.....	68
3.13.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	69
3.13.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	69
3.13.3. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LAS LUMINARIA .....	70
3.13.4. INSPECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LAS LUMINARIAS .....	71
3.14. PLAN ADMINISTRATIVO DEL ALUMBRADO PUBLICO .....	73
 <b>CAP. 4 COSTOS</b>	
5.1. COSTO DIRECTO.....	76
5.2. COSTO INDIRECTO .....	77
5.3. COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	77
5.4. COSTO DE OPORTUNIDAD.....	78
4.5. CONCLUSIONES.....	79
4.6. RECOMENDACIONES .....	80
BIBLIOGRAFIA .....	81
ANEXO .....	82

## INDICE DE ANEXO

Anexo N° 1 Curva de Utilización .....	83
Figura 1 Curva de Utilización 70 W .....	83
Figura 2 Curva de Utilización 100 W .....	83
Figura 3 Curva de Utilización 150 W .....	84
Figura 4 Curva de Utilización 250 W .....	84
Figura 5 Curva de Utilización 400 W .....	85
Anexo N°2 Tipos de Casquillo .....	86
Anexo N°3 Datos Técnicos de la Luminaria Ornamental .....	87
Anexo N°4 Datos Técnicos.....	92
Tabla 1 Datos técnicos de la lámpara mercurio .....	92
Tabla 2 Datos técnicos de la lámpara de Halogenuro Metálico .....	93
Tabal 3 Datos técnicos de la lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión .....	94
Anexo N°5 Especificación Técnicas de Postes Metálicos.....	95
Anexo N°6 Calculo Luminotécnico con DIALux .....	96
Vía Principal Av. René Bernal .....	97
Vía Secundaria Calle Vásquez .....	105
Anexo N°7 Parámetro de diseño de Poste .....	114

## PLANOS

- Plano N° 1 Poste Cónico Circular
- Plano N° 2 Diagrama Unifilar
- Plano N° 3 Plano parcial de la Localidad de Caracollo

# **CAPITULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCION**

El alumbrado público es el servicio que consiste en la iluminación de las zonas públicas, plaza principal, mercados, vías peatonales, plazas secundarias, parques, aceras, vías de circulación, con el objeto de proporcionar una adecuada iluminación para el desarrollo de las actividades normales de la población.

Además, el alumbrado es uno de los servicios más demandados en poblaciones del área rural, ya que forma parte fundamental para mejorar la circulación vehicular y peatonal, además de mejorar la estética y embellecimiento de la localidad.

Este es el caso de la localidad de Caracollo donde, debido a la migración de pobladores de las comunidades aledañas de la Provincia Cercado, hacia esta localidad se requieren de mejores condiciones de vida y la provisión de los servicios básicos, por tal motivo es necesario realizar un estudio para mejorar el sistema de alumbrado público y así satisfacer una de las necesidades más importantes de esta población.

### **1.2. ANTECEDENTES**

En el aspecto geográfico, el municipio de Caracollo pertenece a la primera sección de la Provincia Cercado, se encuentra ubicada a 37 Kilómetros de la ciudad de Oruro y a 3.711 m.s.n.m.

La provincia Cercado tiene una extensión territorial de 6.100 Kilómetros cuadrados y sus límites son:

Noroeste: Provincia Tomas Barrón y el Departamento de La Paz

Oeste : Provincia Saucari

Sureste : Provincia Poopó y Provincia Pantalon Dalence

Este : Departamento de Cochabamba



Figura 1. 1 Ubicación de la Localidad de Caracollo

Habitantes de la Provincia Cercado.

Sección Capital – Oruro	201,504 habitantes
Primera Sección – Caracollo	20,619 habitantes
Segunda Sección – El Choro	5,710 habitantes
Tercera Sección – Soracachi	13,978 habitantes

El municipio de Caracollo, a la fecha, no cuenta con una unidad técnica encargada del servicio de energía eléctrica ni de alumbrado público que haga de contraparte a la empresa E.M.D.E.C.A. (Empresa de Distribución de Energía Eléctrica de Caracollo) en la regulación y control de sus luminarias instaladas en toda la urbe de Caracollo.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La localidad de Caracollo, en la actualidad tiene un nivel de alumbrado público muy deficiente ya que se está utilizando lámparas inadecuadas para el alumbrado público, por esta razón existe deslumbramiento en algunos sectores además, la falta de instalación de luminarias modernas hace que la iluminación no sea completa, entonces lo que se requiere hacer es un estudio minucioso para así implementar luminarias pero además reducir la pérdida de energía, de tal manera que se pueda mejorar el alumbrado público, y así velar por la seguridad de la población y además tener una mejor condición de vida en la localidad de Caracollo.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el sistema de alumbrado público en la localidad de Caracollo ubicado en el departamento de Oruro.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Modernizar el sistema de alumbrado público de la ciudad.
- Describir las características de los tipos de luminaria para el alumbrado público.
- Determinar el tipo de lámpara por el tipo de vía.
- Planear el mantenimiento correctivo y preventivo del alumbrado público.
- Planear el funcionamiento administrativo del alumbrado público.

### **1.5. JUSTIFICACION**

Es primordial la modernización del alumbrado público, puesto que es una necesidad básica para la población, porque al tener una buena iluminación en el alumbrado público la población obtiene beneficios tales como: seguridad al transitar en calles y avenidas, el confort visual al conducir y transitar peatonalmente por una calle o avenida.

La falta de mantenimiento y además la falta de instalación de luminarias ocasionan el deslumbramiento en algunos sectores, el cual afecta a la población, por tal razón se requiere desarrollar el presente proyecto.

Por tanto con el desarrollo de este proyecto se contribuiría a mejorar el alumbrado público de la localidad de Caracollo, mejorando el nivel de iluminación tanto en calles, avenidas, plazas, parques, etc.

### **1.6. ALCANCE DEL PROYECTO**

Se propone un mejoramiento de la iluminación existente en las calles, instalando las luminarias adecuadas para el embellecimiento y estética de la ciudad.

El proyecto se limitará a que el alumbrado público sea:

- Iluminación de zonas públicas, Acerados, viales de circulación y parques.
- Los tipos de luminarias a utilizar.
- Postes



## CAPITULO 2

### MARCO TEORICO

#### 2.1. INTRODUCCION DE LOS EFECTOS FISICOS DE LA LUZ

##### 2.1.1. LUZ Y COLOR

La luz es una de las manifestaciones de la energía en forma de radiación; entendiendo por radiación la propagación de energía a través del espacio por medio de ondas. La luz visible es solo una pequeña parte de las radiaciones o espectro electromagnético (Figura 2.1), cuyas ondas viajan a una velocidad constante de aproximadamente 300,000 kilómetros por segundo, y en línea recta, a menos que la modifique un medio reflector, refractor o difusor (Figura 2.2). La luz se ve solo cuando la fuente que la produce o el medio que la refleja, refracta o difunde, la dirigen al ojo. Las ondas luminosas de dos o más haces pueden cruzarse entre sí sin modificar su dirección ni su color (Investigaciones Electricas, 1981).

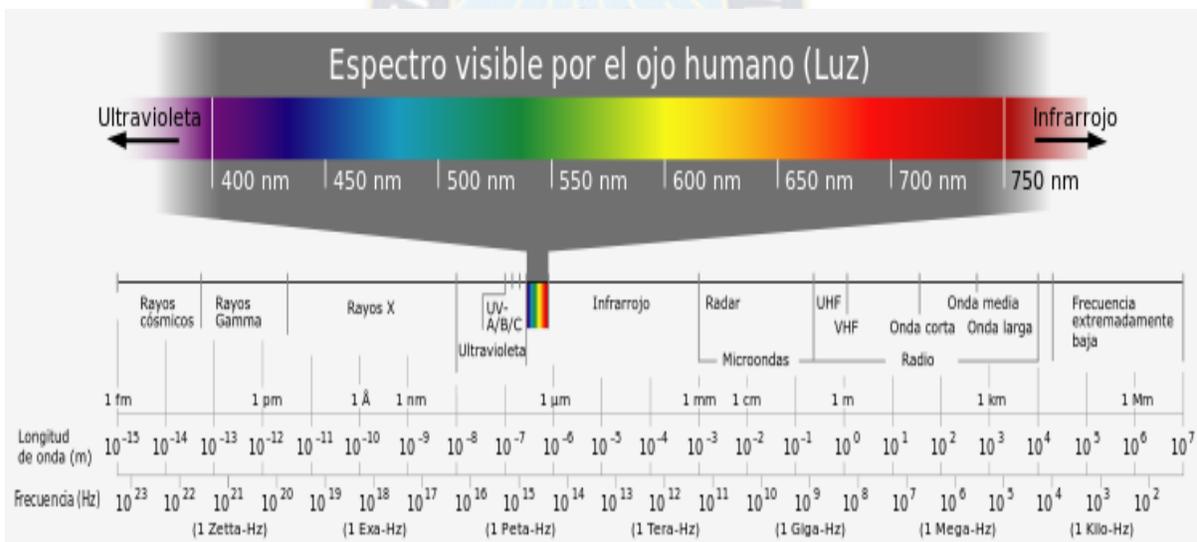


Figura 2.1 Espectro Electromagnético

El color es una sensación visual, es decir, la respuesta a un estímulo luminoso, que se capta por medio de un órgano sensorial (el ojo humano) y que seguidamente se percibe por el cerebro. Un color se determina o define por tres características: tono, intensidad y saturación.

La sensación subjetiva de tono, corresponde al concepto físico de longitud de onda. Es decir que, cuando decimos, “color amarillo” nos referimos al tono de color que físicamente tiene una longitud de onda. El ojo humano percibe muy bien el tono de color, pero no la causa que

la produce; es decir que cuando percibimos un color blanco, somos incapaces de discernir si se trata de una mezcla de todos los colores del espectro solar, o solamente de dos colores complementarios como el rojo y el azul.

La intensidad del color representa la fuerza o el vigor con que nuestros ojos perciben un determinado color, sin tener en cuenta el tono cromático. Es muy difícil discernir cuando dos colores diferentes tienen la misma intensidad, ya que se trata como la anterior, de una cualidad subjetiva. Sin embargo es muy fácil comprender que el color blanco es el más intenso de todos y que el color negro es el menos intenso; también que el color amarillo es más intenso que el azul.

La saturación de un color depende de la cantidad de blanco que contiene. Se dice que un color es saturado, cuando no contiene blanco. Añadiendo blanco, se conseguirán matices de un mismo color, que se ira debilitando gradualmente a medida que aumentamos la cantidad de blanco, sin perder por ello su calidad en cuanto a color (Ramirez Vazquez, 1974).

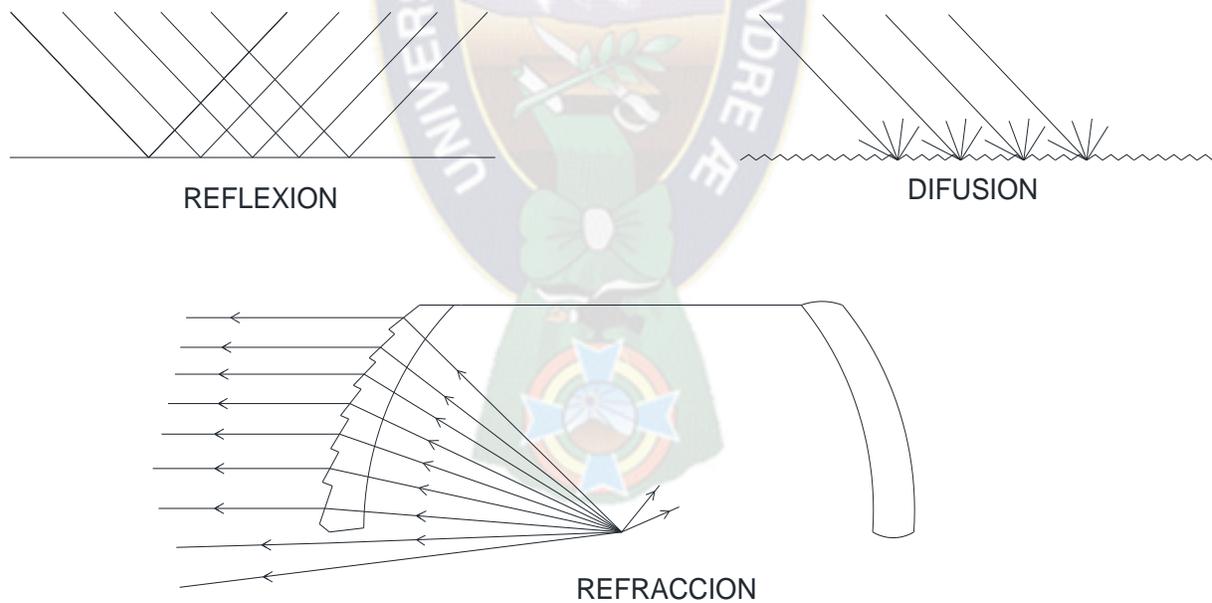


Figura 2.2 Reflexión, Difusión y Refracción

### **2.1.2. NATURALEZA DE LA LUZ**

Todos sabemos que, aunque estemos alejados de una lámpara, que es el centro productor de las ondas luminosas, recibimos la luz producida por ella.

Así pues, la luz tiene tres propiedades fundamentales (Ramirez Vazquez, 1974):

- 1) Se propaga el vacío, por medio de ondas
- 2) Se propaga en todas las direcciones del espacio
- 3) Se transmite a distancia

### **2.1.3. RADIACION**

Con el término general de radiación se designa a la transmisión de energía a través del espacio, sin soporte material, es decir, en el vacío. Esta transmisión a distancia se realiza por medio de ondas, es decir, perturbaciones periódicas en el espacio recorrido por la radiación. La radiación se transmite siempre en el vacío, y en muchas ocasiones, a través de medios materiales sólidos, líquidos y gaseosos; por ejemplo la luz solar que primeramente se ha transmitido a través del vacío espacial, al llegar a la atmosfera terrestre se transmite a través de un medio gaseoso, hasta llegar a la superficie de la tierra, sin necesitar por ello de este medio gaseoso para su transmisión (Ramirez Vazquez, 1974).

### **2.1.4. CARACTERISTICA DE LA RADIACION LUMINOSA**

La radiación luminosa es aquella que al ser captada por el ojo humano, produce sensación de visión. Las características físicas fundamentales que las distinguen de las demás radiaciones son las siguientes:

- a) Longitud de onda. La luz está compuesta de una mezcla de radiaciones simples, cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 400 nm (corresponden al color violeta) y 750 nm (que corresponde al color rojo).  
Los límites citados corresponden a los límites de sensibilidad, de un ojo normal; fuera de estos límites, el ojo humano es ciego, no percibe ninguna clase de radiaciones.
- b) Velocidad de propagación. La luz se propaga, a la velocidad de 300.000 kilómetros por segundo (Ramirez Vazquez, 1974).

#### 2.1.4. EL OJO Y LA VISION

El ojo suele compararse con una cámara fotográfica, debido a la similitud en muchos aspectos

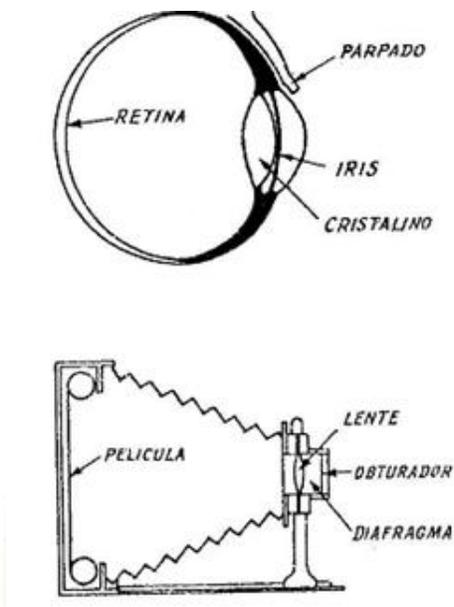


Figura 2.3 El ojo humano y la cámara fotográfica

<b><u>Ojo Cámara Fotográfica</u></b>		
Iris	=	Diafragma
Cristalino	=	Lente
Retina	=	Película
Parpado	=	Obturador

Ambos tienen una lente, que enfoca una imagen invertida sobre una superficie sensible a la luz: la película en una máquina fotográfica, la retina en el ojo. El parpado corresponde al obturador de la cámara. En frente de la lente fotográfica hay un diafragma, que puede abrirse o cerrarse para regular la cantidad de luz que entra en la cámara.

Partes del ojo y sus funciones:

Parpado. Es pliegue móvil de la piel que protege al ojo, y que en condiciones de alta luminancia (brillantes), ayuda a regular la cantidad de luz que penetra al ojo (obturador).

Cornea. Es la parte frontal y transparente del globo ocular. Funciona como parte del sistema refractivo.

Iris. Es la parte coloreada del ojo con una apertura central. Su función es regular la cantidad de luz que entra al ojo (diafragma).

Pupila. Es la apertura central del iris; su diámetro está controlado por músculos cuya operación es involuntaria.

Cristalino. Es una lente biconvexa colocada detrás del iris, y cuya cobertura se ajusta involuntariamente para enfocar la imagen.

Musculo ciliar. Es un musculo de forma ciliar, cuya función es dar al cristalino la curvatura necesaria.

Retina. Es la superficie posterior interna del globo del ojo, formada por una capa delgada de fibras nerviosas que provienen como ramificaciones del nervio óptico y terminan en las estructuras celulares llamadas “conos” y “bastones”. Los conos tienen como función la discriminación del color y detalles finos; son insensibles a bajos niveles de iluminación; se ubican principalmente en el centro de la retina, concentrándose en la zona llamada FOVEA (cráter cónico), que es donde el ojo enfoca involuntariamente la imagen para su imagen detallado. Los bastones son elementos sensibles a bajos niveles de iluminación; no discriminan el color, se localizan fuera de la fovea, aumentando su concentración en razón directa a su distancia de esa zona; porción más lejana es altamente sensible al movimiento de la imagen que se observa (Investigaciones Electricas, 1981).

**Visión Fotópica.**- La visión fotópica es la percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos (a plena luz del día). Esta visión posibilita la correcta interpretación del color por el ojo.

**Visión Escotópica.**- La visión escotópica es aquella percepción visual que se produce con niveles muy bajos de iluminación. La agudeza visual es baja y la recepción de luz es principalmente con los bastones de la retina, que son sensibles al color azul del espectro (y por ende, ciego al rojo). No es posible una discriminación del color en este tipo de visión: es una visión monocromática (Westinghouse, 1980)

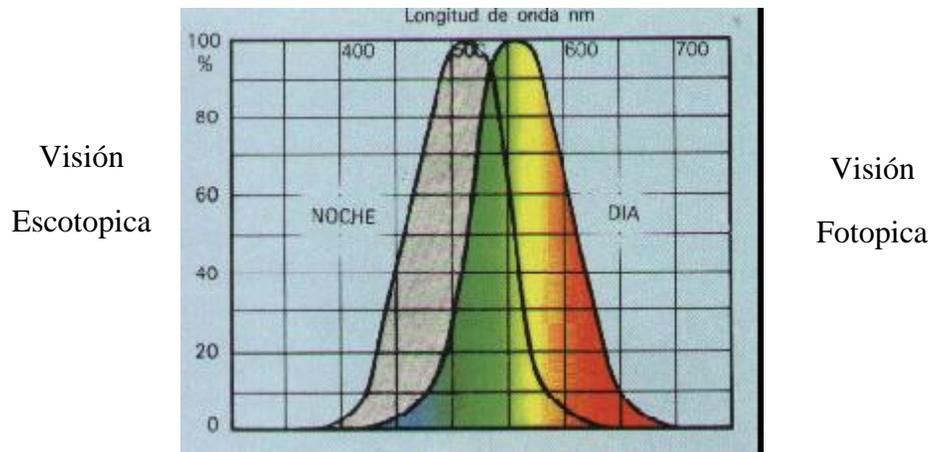


Figura 2.4 Sensibilidad luminosa del ojo

## 2.2. CONCEPTOS GENERALES EN LUMINOTECNIA

### 2.2.1. FLUJO LUMINOSO ( $\Phi$ )

El flujo luminoso es la capacidad de radiación luminosa valorada por el ojo humano. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm) (Martinez Dominguez, 2004).

$$\text{Flujo luminoso} = \Phi = \frac{Q}{t} = \text{lm}$$

### 2.2.2. NIVEL DE ILUMINACION (E)

El nivel de iluminación es la relación entre el flujo luminoso y la superficie iluminada. Tiene una unidad de medida propia denominada lux (lx) (Martinez Dominguez, 2004).

$$\text{Nivel de iluminación} = E = \frac{\Phi}{S} = \text{lux}$$

### 2.2.3. INTENSIDAD LUMINOSA (I)

La intensidad luminosa es el flujo luminoso que abandona una superficie emisora y se propaga por un elemento de ángulo sólido ( $\omega$ ) contenido en esa dirección. La unidad de intensidad de luz es la candela (cd) (Martinez Dominguez, 2004).

$$\text{Intensidad luminosa} = I = \frac{\Phi}{\omega} = \text{candela}$$

El ángulo sólido o esférico es el espacio limitado en la superficie de una esfera (S) por los radios que delimitan su perímetro (r);  $\omega = S/r^2$

#### **2.2.4. LUMINANCIA (L)**

Es la intensidad luminosa (I) emitida por una superficie reflectora ajena a la fuente luminosa o por una superficie autoluminosa. Se mide en *candelas m<sup>2</sup>* o *candelas cm<sup>2</sup>*.

$$\text{Luminancia} = L = \frac{I}{S} = \text{cd/m}^2$$

La luminancia es una sensación subjetiva de la claridad de un manantial de luz o de un objeto reflexivo, que puede ser considerado también como el grado de deslumbramiento, ya que la luz se hace visible solamente cuando es rechazada por un objeto, sobre el cual choca o la deja pasar dispersándola (Martinez Dominguez, 2004).

#### **2.2.5. RENDIMIENTO LUMINOSO ( $\eta$ )**

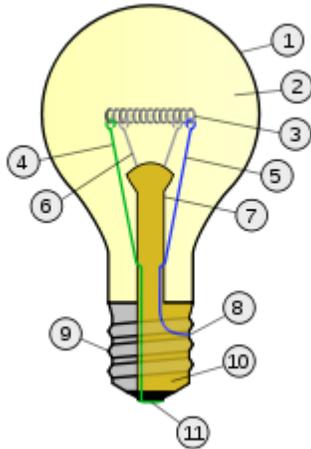
El rendimiento luminoso de una lámpara o fuente de luz es el cociente entre el flujo luminoso emitido, expresado en lumen, y la potencia consumida, expresado en vatios (Martinez Dominguez, 2004).

$$\text{Rendimiento luminoso} = \eta = \frac{\Phi}{W}$$

### **2.3. ASPECTOS TECNICOS DEL ALUMBRADO PUBLICO**

#### **2.3.1. LAMPARAS INCANDESCENTE**

Este tipo de lámpara, denominada también bombilla, fue la primera que se conoció, ya que fue inventada por Thomas Alva Edison, en 1879. Se denomina así por estar formada por un filamento de tungsteno que se pone incandescente al paso de la corriente eléctrica, emitiendo luz. Para que el filamento no se quemara debido a las altas temperaturas que ha de alcanzar, se coloca dentro de una ampolla o bulbo de cristal en el que se ha hecho el vacío o llenado de un gas inerte (Martinez Dominguez, 2004).



1. Envoltura - ampolla de vidrio - bulbo.
2. Gas inerte.
3. Filamento de wolframio.
4. Hilo de contacto (va al pie).
5. Hilo de contacto (va a la base).
6. Alambre(s) de sujeción y disipación de calor del filamento.
7. Conducto de refrigeración y soporte interno del filamento.
8. Base de contacto.
9. Casquillo metálico.
10. Aislamiento eléctrico.
11. Pie de contacto eléctrico

Figura 2.5 Lámpara incandescente

### 2.3.2. LAMPARA FLUORESCENTE

Las lámparas o tubos fluorescentes son fuentes luminosas, que utilizan las radiaciones energéticas producidas por los electrones en movimiento a través de vapor de mercurio para producir luz. Esta lámpara está formada por un tubo de vidrio, recubierto interiormente de una sustancia fluorescente y dos pequeños filamentos de tungsteno, recubierto a su vez de óxido de calcio, estroncio y bario generalmente, situados uno en cada extremo del tubo.

El rendimiento de estas lámparas es casi cuatro veces superior al de las lámparas incandescentes, entre 40 y 95 lm/W; otra ventaja es que podemos considerarlos como fuentes de luz fría, ya que sus filamentos desprenden muy poco calor (Martínez Domínguez, 2004).

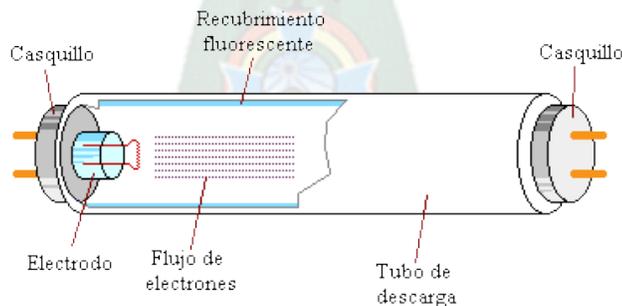


Figura 2.6 Lámpara fluorescente

### 2.3.3. LAMPARAS DE DESCARGA

Se denominan lámparas de descarga a una serie de lámparas cuyo flujo luminoso es producido por el paso de la corriente eléctrica a través de un gas vapor. En realidad ya podemos

considerar a los tubos fluorescentes como lámparas de descarga, pero como la presión que estos tienen es inferior a 1 atmósfera, se reserva este nombre para las lámparas, cuya presión de gas es superior a 1 atmósfera.

Toda lámpara de descarga está constituida principalmente por una ampolla de vidrio o cuarzo y varios electrodos. La ampolla contiene el gas de la descarga que puede ser neon, nitrógeno, helio, argón, etc., o bien una pequeña cantidad de metal que, una vez gasificado, produce el vapor de la descarga, como es el caso del mercurio o el sodio.

Los tipos de lámpara de descarga más empleados hoy en día son los siguientes:

- a) Lámparas de vapor de mercurio
  - Sin corrección de color
  - Con color corregido
  - Con yoduros metálicos
- b) Lámparas de luz mixta
- c) Lámparas de vapor de sodio
  - De baja presión
  - De alta presión

#### **2.3.3.1. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO**

Este tipo de lámpara, como ya indica su nombre, emplean para la descarga vapor de mercurio (Hg) dentro de una ampolla de cuarzo; para facilitar el encendido se introduce en ella una pequeña cantidad de gas argón.

La lámpara de mercurio de alta presión presenta un tono blanco azulado y carece de radiaciones rojas, por lo cual no es buena la definición de los colores. Este inconveniente se puede subsanar recubriendo el bulbo de cristal, interiormente, de una materia fluorescente, similar a la de los tubos fluorescentes, con lo cual la luz producida por la descarga se corrige, obteniéndose una luz muy blanca (Martínez Domínguez, 2004).

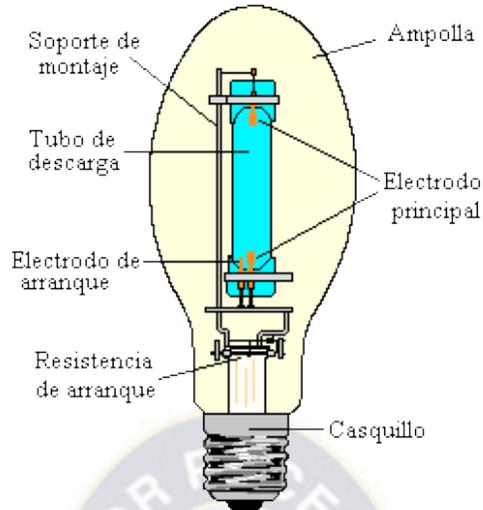


Figura 2.7 Lámpara de vapor de mercurio de alta presión

Las lámparas de vapor de mercurio se clasifican en tres tipos: estos son:

- *Lámparas de vapor de mercurio sin corrección de color.* Se denomina así las lámparas que no tienen sustancias fluorescentes en la parte interior del bulbo de cristal. Apenas se emplean actualmente por su defectuosa definición de colores.
- *Lámparas de vapor de mercurio con color corregido.* Son las que poseen sustancias fluorescentes en el interior del bulbo de cristal. Es el tipo más utilizado, debido a su buen rendimiento y definición de colores.
- *Lámparas de vapor de mercurio con halógenos metálicos.* Este tipo de lámpara, también llamada “de vapor metálico halógeno”, se caracteriza porque en su ampolla de descarga se han añadido, en pequeñas proporciones, unos compuestos llamados yoduros o halógenos. Con esto se consigue un mejor rendimiento luminoso, así como una mejor definición de colores (Martínez Domínguez, 2004).

La constitución de este último tipo es similar a las anteriormente descritas, ya que tienen en el tubo de descarga de cuarzo además de mercurio sobre el gas que se produce el arco, un agregado de compuestos halógenos de sodio, talio e indio, con los cuales se consiguen un rendimiento luminoso más elevado y mejores propiedades de reproducción cromática.

En este caso el mercurio actúa como regulador de la tensión de arco y de color, quedando el papel de generación de luz para los halógenos, los cuales emiten luz blanca de excelentes

propiedades cromáticas, con eficiencia luminosa superior a las otras lámparas. El rendimiento luminoso de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W.

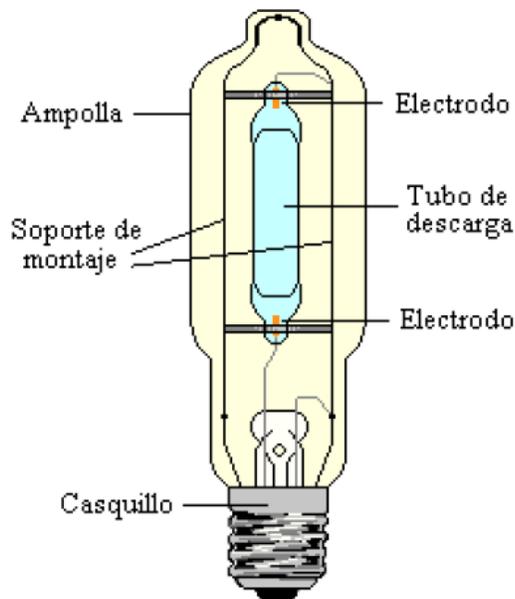


Figura 2. 8 Lámpara con halógenos metálicos

Las lámparas de halógenos metálicos tienen un amplio campo de aplicación tanto en el alumbrado interior como en el exterior, y en usos especiales. Su elevado rendimiento luminoso, alta temperatura de color y excelente reproducción cromática, distinguen a estas lámparas como las más apropiadas para aquellas iluminaciones de calidad en las que se desee crear un ambiente de vida y color. Se adaptan perfectamente a las exigencias del cine y televisión en color, en escenarios y al aire libre (estudios, campos deportivos, etc.).

### 2.3.3.2. LAMPARAS DE LUZ MIXTA

Las lámparas de luz mixta o de luz combinada, como también se denominan, tal como su nombre indica son la combinación de una lámpara incandescente y de otra de vapor de mercurio. Por lo tanto se puede ver en la figura 3.4 constan de un tubo de descarga de vapor de mercurio y de un filamento de tungsteno, conectado en serie con el tubo y sus electrodos principales. Todo el conjunto se pone dentro de un bulbo de vidrio, recubierto interiormente de material fluorescente.

Al conectar la lámpara a la red, en primer lugar solamente se enciende el filamento y después de dos o tres minutos se enciende la ampolla de vapor de mercurio, alcanzando su máxima

luminosidad. La combinación de ambos sistemas de alumbrado, junto con la materia fluorescente del bulbo de vidrio, da como resultado una luz similar a la del día, con una gran definición de colores, por lo cual pueden ser empleadas tanto en interiores como exteriores.

La vida media de este tipo de lámparas es de 3000 horas aproximadamente, y su rendimiento lumínico está comprendido entre 18 y 25 lm/W (Martinez Dominguez, 2004).

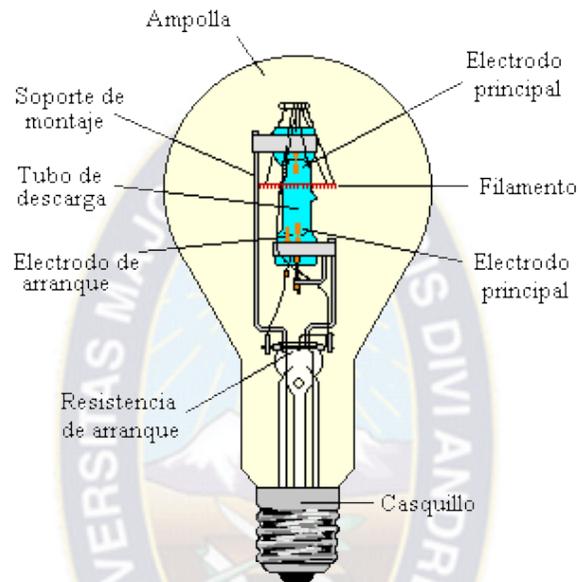


Figura 2. 9 Lámpara de luz mixta

### 2.3.3.3. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO

#### Lámparas de vapor de sodio de baja presión

Las lámparas de sodio de baja presión constan de dos ampollas tubulares de vidrio. La interior, o tubo de descarga, tiene generalmente forma de U y en su interior hay gas neón a baja presión y una pequeña cantidad de sodio puro (Na), que es un metal, y en su extremo tiene dos electrodos conectados al casquillo de conexión.

La ampolla o bulbo exterior, que es de vidrio transparente, se emplea como protección de la descarga y entre ambas se hace el vacío.

Al conectar la lámpara a la red se ha de producir una descarga eléctrica a través del gas neón, que se ioniza y se vuelve conductor, apareciendo la luz rojiza característica de este gas; luego

disminuye la resistencia entre los dos electrodos y el calor producido en la descarga vaporiza el sodio, pasando a ser el vapor de sodio el soporte principal de la descarga.

La luz emitida por este tipo de lámparas es de color amarillo intenso, no resultando adecuada para lugares donde se requiere buena definición de los colores, por lo cual se suelen emplear solamente en el alumbrado de carreteras y vías de tránsito urbano, donde lo principal es la percepción del movimiento (Martínez Domínguez, 2004).

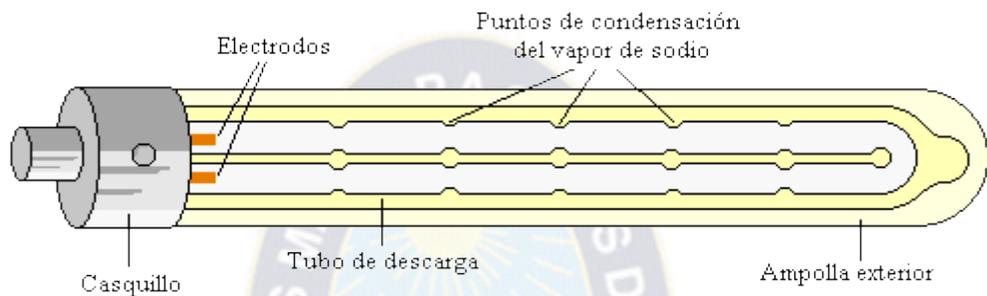


Figura 2. 10 Lámpara de vapor de sodio de baja presión

### **Lámparas de vapor de sodio de alta presión**

En este tipo de lámparas, la luz es producida por el paso de una corriente eléctrica a través de vapor de sodio, con una presión determinada a alta temperatura.

En el interior de una ampolla de vidrio se encuentra alojado el tubo de descarga del sodio, el cual es de cerámica y muy resistente al calor y a las reacciones químicas del vapor del sodio.

El principal elemento de radiación el tubo de arco es el sodio; sin embargo contiene mercurio como gas corrector del color y adicionalmente para controlar la tensión, también existe una pequeña cantidad de xenón, utilizado para iniciar la secuencia de arranque.

La función de arranque se logra por medio de un circuito electrónico (ignitor) que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro. El ignitor provee un corto pulso de alta tensión de alimentación, el cual tiene suficiente amplitud y duración para ionizar el gas xenón y en esta forma iniciar la secuencia de arranque de la lámpara (Investigaciones Electricas, 1981).

Los esquemas de conexión pueden variar de una lámpara a otra, dependiendo de su potencia, por lo cual lo mejor es basarse en las indicaciones del fabricante, para su correcta instalación, consiguiéndose así al máximo rendimiento y vida de la lámpara (Martinez Dominguez, 2004).

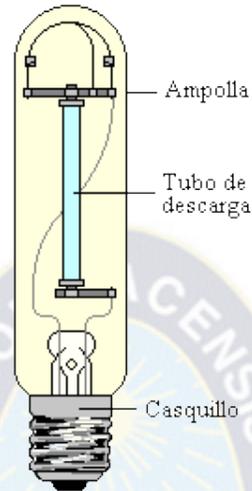


Figura 2. 11 Lámpara de vapor de sodio de alta presión

#### 2.3.4. LAMPARA DE LED

Los LED (Diodos Emisores de Luz – Light Emitting Diodes) Son lámparas de estado sólido construidas a base de semiconductores. No poseen ni filamento ni gas, ni ampolla de vidrio. El LED es un semiconductor unidos a dos terminales cátodo y ánodo (negativo y positivo, respectivamente), recubierto por una resina epoxi transparente. Cuando se hace circular una corriente continua por las terminales del LED se produce luz gracias a un efecto llamado electroluminiscencia.



Figura 2. 12 Lámpara de LED

Las ventajas que presentan las lámparas de LED son:

- Alta eficacia luminosa.
- En función del material con el que se fabrica el chip reflector es posible la fabricación de lámparas de todos los colores (de 460nm a 650nm).
- Generan muy poco calor.
- Alta resistencia a los golpes y vibraciones.
- Extremadamente larga vida (50.000 a 100.000 horas).

Dadas sus ventajas, la utilización de los LED en iluminación es cada vez más extendida, como por ejemplo semáforos, iluminación de señalización para automóviles, iluminación decorativa para calles, etc (Alcalde San Miguel, 2011).

### **2.3.5. LAMPARA DE INDUCCION**

Las lámparas de inducción no usan electrodos pero en lugar de eso usan el principio de inducción (La transmisión de energía por medio de un campo magnético).

Las lámparas de inducción usan una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora, la cual consiste en tecnología de aplicar una descarga de frecuencia para proveer soluciones de iluminación.

El centro de la lámpara es la bobina de inducción a la cual le provee potencia un generador de alta frecuencia. El ensamble de vidrio circundante contiene un material electrón-Ion plasma y esta relleno con un gas inerte. La porción interior del vidrio está recubierta con un recubrimiento de fósforo el cual es similar al que se encuentra en las lámparas fluorescentes. La antena transmite la energía generada por el primario de la bobina de un sistema de inducción al gas que se encuentra dentro de la lámpara, por lo cual se crea una radiación ultravioleta, la cual es luego transformada a fuentes visibles de luz por medio del recubrimiento de fósforo en la superficie de vidrio.

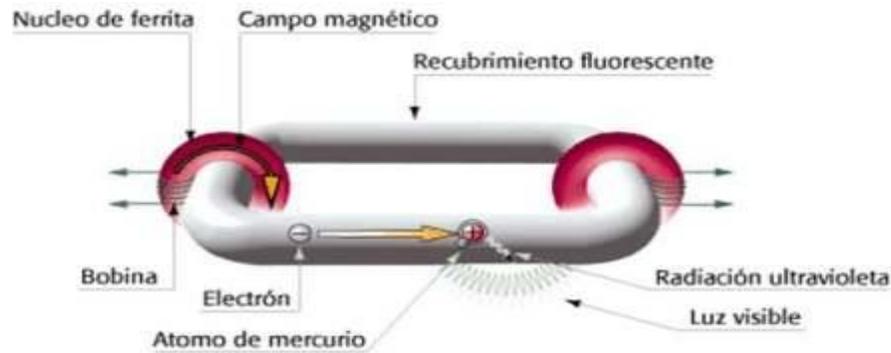


Figura 2. 13 Lámpara de Inducción

Las ventajas que presentan las lámparas de inducción son:

- Vida útil de 60000 a 100000 horas.
- No utiliza gases de presión ni tóxico como otras tecnologías.
- No tiene pérdidas de energía.
- Alta resistencia a los golpes y vibraciones.
- Anti explosivo debido a que no tiene filamento.
- Alta eficacia luminosa.
- Baja generación de calor.

### 2.3.6. LUMINARIA

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) define las luminarias como “aparatos que distribuyen filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los elementos necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación”.

Igualmente tienen como función modificar, de acuerdo con las necesidades, la repartición y la luminancia de las fuentes de luz desnuda, con el fin de obtener sobre las superficies a iluminar una buena distribución del flujo luminoso que sale de la luminaria, evitando con ello el deslumbramiento directo o indirecto (Sanz Serrano & Toledano Gasca, 2005).

Toda luminaria debe tener una serie de características que den respuesta a las necesidades requeridas en una determinada instalación de alumbrado, siendo estas:

- Ópticas:
  1. Repartición luminosa adaptada a su utilización.
  2. Luminancia inferior o igual a un valor dado en ciertas direcciones de observación.
  3. Buen rendimiento luminoso de acuerdo con las condiciones de iluminación.
- Eléctricas y mecánica
  1. Construcción eléctrica que permita su utilización sin riesgo de descargas eléctricas.
  2. Equipo eléctrico adecuado que permita la colocación y mantenimiento de forma sencilla.
  3. Calentamiento compatible con su constitución y su utilización
  4. Resistencia mecánica que permita mantener en utilización normal, su seguridad eléctrica.
  5. Fácil limpieza.
- Estéticas:
 

Estas características son difíciles de definir, no existiendo ninguna regla fija, sino más bien dependen de su elección o moda del momento. No obstante se pueden distinguir:

  1. Que el soporte de la fuente luminosa pueda ser una obra de arte en sí misma, siendo en este caso la función de iluminación secundaria.
  2. Que la luminaria concebida para iluminar este en función de la óptica así como su forma exterior.

En la luminaria se contemplan los siguientes componentes:

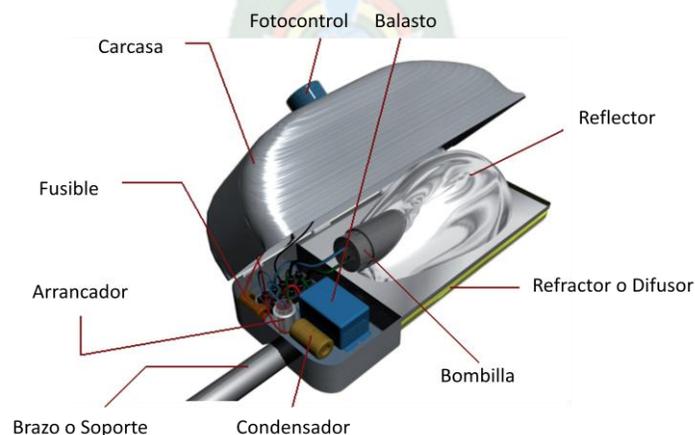


Figura 2. 14 Componentes de una luminaria

**Condensador.**- Utilizado para almacenar cargas eléctricas, por principios básicos se opone a los cambios bruscos de tensión. Puede servir para la carga y descarga del circuito eléctrico, corrección del factor de potencia o mayor aprovechamiento de la energía.

**Balasto.**- Conectado entre la red y la bombilla que mediante la inductancia, condensadores y resistencias suministra las condiciones necesarias para el encendido y operación de la bombilla.

**Arrancador.**- Por si solo o con otros componentes, genera pulsos de tensión necesarios para encender las bombillas de descarga sin ocasionar el calentamiento de los electrodos.

**Fusible.**- Utilizado para la protección de los componentes de la luminaria en caso de corrientes altas causado por sobrecargas de tensión o un cortocircuito.

**Carcasa.**- Aluminio fundido u otro material aprobado que aloja, soporta y protege al conjunto eléctrico de los agentes externos y de la inclemencia del medio.

**Fotocontrol.**- Utilizado para conectar y desconectar de manera automática las luminarias.

**Reflector.**- Usado para dirigir la luz emitida por la bombilla que se dirige en una dirección no deseada.

**Refractor o difusor.**- De vidrio o policarbonato destinado a alterar la distribución del flujo luminoso de la bombilla mediante el proceso de refracción de la luz.

**Brazo o soporte.**- Proporciona flexibilidad y resistencia a la luminaria.

**Bombilla.**- Destinada a transformar la energía eléctrica en luz.

Estructuralmente, las luminarias deben estar construidas de tal forma que estén protegidos contra la acción nociva de los agentes atmosféricos (polvo, agua, etc.), no solo las luminarias, sino también las lámparas y todos los auxiliares eléctricos (portalámparas, alimentadores, etc.); para tal fin, los fabricantes disponen de distintos tipos de protección.

Con respecto a la simetría de flujo emitido, las luminarias se pueden clasificar de la siguiente forma:

**a. Luminaria de distribución simétrica**

En ellas el flujo luminoso se reparte simétricamente respecto al eje de simetría, y la distribución espacial de las intensidades luminosas puede representarse con una sola curva fotométrica, ver figura 2.14.a.

**b. Luminaria de distribución asimétrica**

En ellas el reparto de flujo luminoso no se ha ce de forma simétrica respecto a un eje, y la distribución espacial de las intensidades luminosas solo puede expresarse mediante un sólido fotométrico o parcialmente, según diversos planos característicos de la luminaria, ver figura 2.14.b.

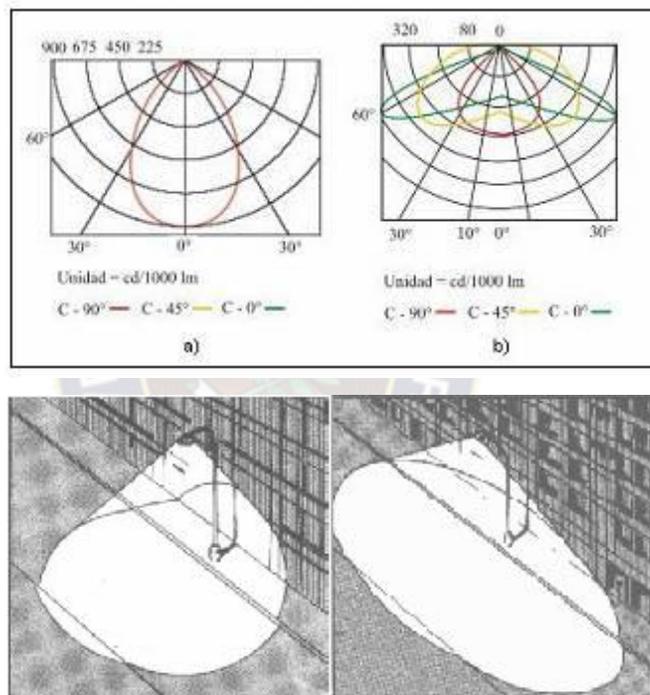


Figura 2. 15 Curva fotométrica

La CIE Clasifica las luminarias para alumbrado público en los tres tipos siguientes:

- 1) *Luminaria cut-off*. Su intensidad en la horizontal es menor del 5% de la máxima y la intensidad a 80° es inferior a 30 cd por 1000 lm. Con las luminarias cut-off se obtiene excelentes resultados cuando el tiempo es seco; no resultan tan buenos con tiempo húmedo y con pavimento poco difusores.
- 2) *Luminaria semicut-off*. Su intensidad en la horizontal es menor del 3% de la máxima y la intensidad a 80° es inferior a 100 cd por 1000 lm.

3) *Luminaria no cut-off*. Su intensidad en la horizontal es superior a las luminarias semicut-off (Garcia Trasancos, 2004).

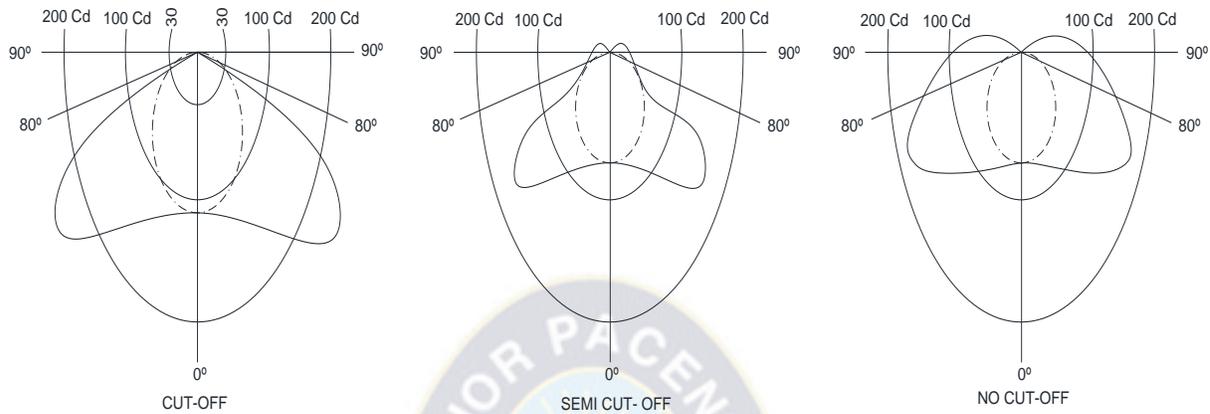


Figura 2. 16 Curvas fotométricas de luminarias asimétricas

Las luminarias para alumbrado público suelen ser de grado de aislamiento clase I y con protección mínima:

- Luminarias abiertas IP33
- Luminarias cerradas IP43 o IP54 (Ambiente con contaminación)
- Luminarias herméticas IP655

## 2.4. DESIGNACION Y DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE LUZ

### 2.4.1.- NOMENCLATURA

Los diferentes nombres a las partes de una vía se las pueden identificar de acuerdo a la siguiente relación.

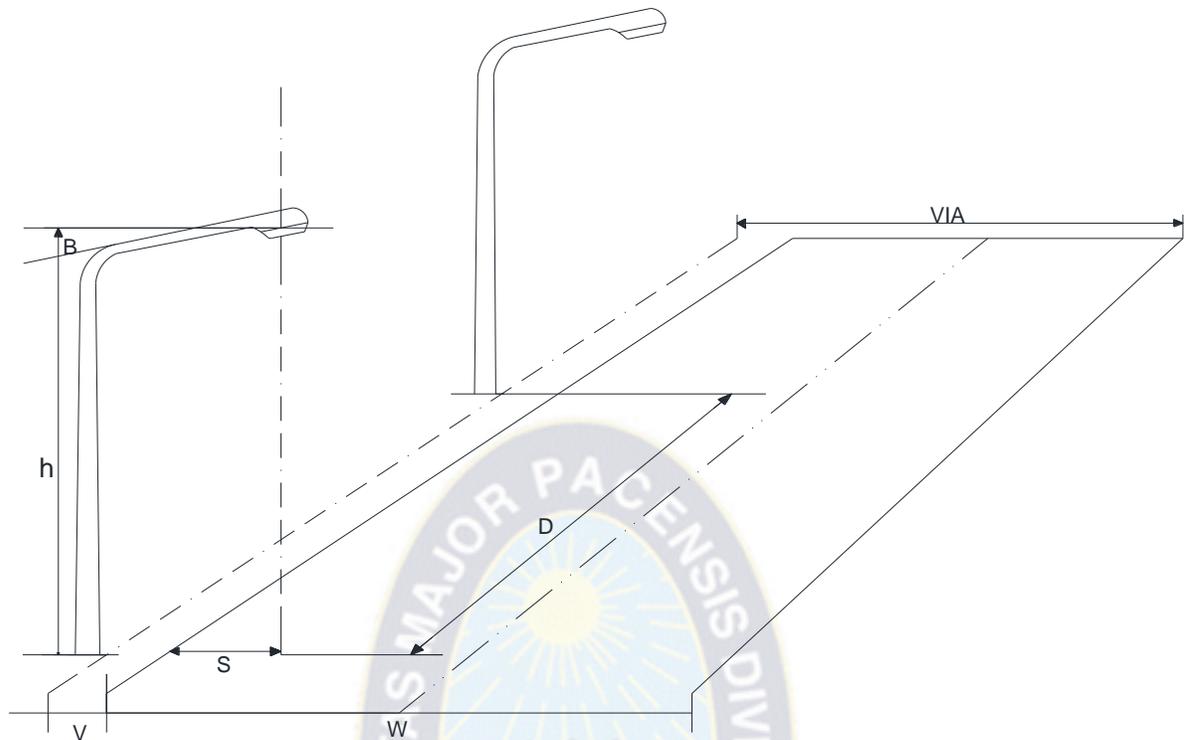


Figura 2. 17 Partes de una vía

- **Calzada (W).**- Es la parte de la calle destinada a la circulación de vehículos.
- **Acera (V).**- Es una parte de la calle realizada y, desde luego, delimitada; por lo general es la parte lateral que está reservado a los peatones.
- **Vía Pública.**- Área para el uso público, abierta a la circulación de los vehículos, peatones y animales.
- **Poste.**- Soporte destinado a sostener una o más luminarias.
- **Brazo.**- Parte del poste que porta de a la luminaria.
- **Inclinación de brazo (B).**- Ángulo de inclinación del brazo de la luminaria respecto al plano de la calle (generalmente está comprendida entre 0 y 20 grados).
- **Extradistancia (s).**- Distancia entre el centro óptico de la luminaria y el margen adyacente del área de circulación de vehículos.
- **Altura de suspensión de la luminaria (h).**- Es la distancia vertical entre centro óptico de la luminaria y el plano de la calle (área de circulación de vehículos).
- **Distancia entre postes (D).**- También conocida como interdistancia o distancia entre luminarias, es la distancia entre dos centros luminosos sucesivo, medida en forma paralela al eje longitudinal de la calle.

## 2.4.2.-DISPOSICION DE LOS CENTROS LUMINOSOS

Desde el punto de vista constructivo y de iluminación, considerando también la importancia y características de la calle por iluminar, existen distintas posibilidades de disposición de las luminarias, las más comunes son las que se mencionan a continuación.

**Unilateral.-** Esta solución busca por lo general conciliar los requerimientos de iluminación con los económicos, en particular, con respecto a la altura de la instalación de las luminarias, cuando esta es igual o mayor al ancho de la calle (área de circulación de vehículos), se debe tener especial cuidado en la iluminación de las curvas de las calles. Esta solución se adopta por lo general en calles que no son anchas (Martínez Domínguez, 2004).

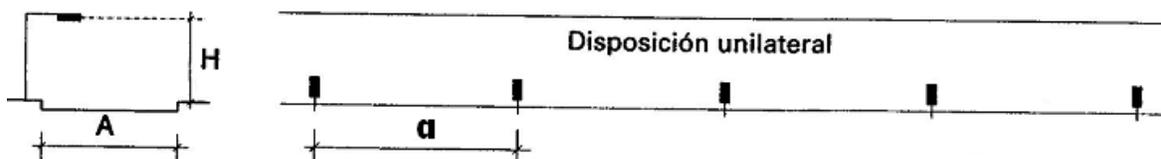


Figura 2. 18 Unilateral

**Bilateral al tresbolillo.-** Esta solución puede representar una mejor visibilidad en la calle en comparación con la solución de disposición unilateral, pero también representa un costo superior, ya que requiere una doble línea de alimentación (Martínez Domínguez, 2004).

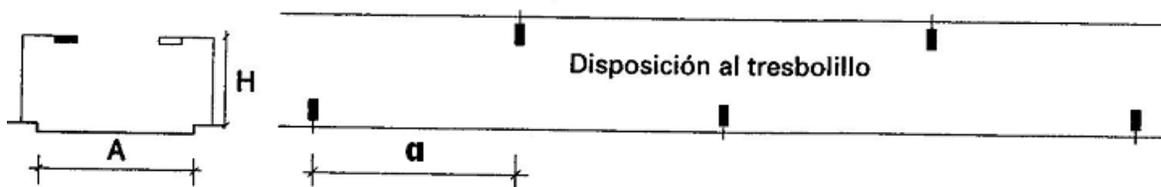


Figura 2. 19 Tresbolillo

**Bilateral pareada.-** Esta solución es preferible a la disposición bilateral con centros alternados, pero es más costosa, por lo que solo se recomienda para calles y anchas que tienen dos sentidos de circulación (Martínez Domínguez, 2004).

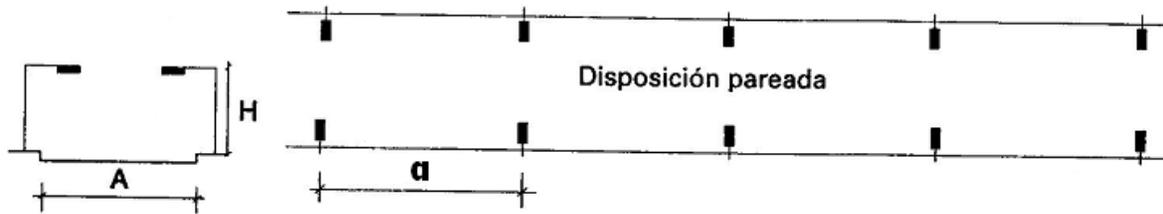


Figura 2. 20 Pareada

**Suspendidas (axial).**- Este tipo de iluminación se usa para calles angostas que tienen árboles, principalmente ornamentales (pequeños), o bien, en parques y jardines en donde se deben respetar algunas exigencias de carácter estético (Martínez Domínguez, 2004).

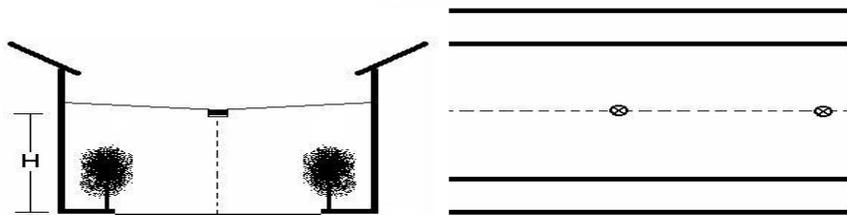


Figura 2. 21 Axial

**Doble central.**- Esta disposición es aplicable a calles que tienen acera central. Ofrece la ventaja de tener una sola línea de alimentación, presenta también un buen aspecto estético y ofrece economía en el número de postes usados (Martínez Domínguez, 2004).

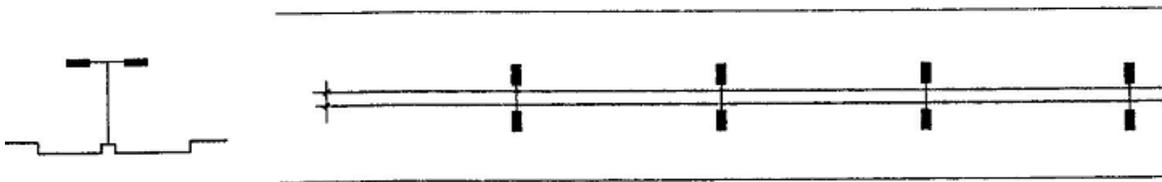


Figura 2. 22 Doble central

**En Grupo.**- Para la iluminación de glorietas, de plazas, de cruce de calles con glorietas y grandes áreas abiertas, se prevé el uso de torres con altura entre 20 y 40 metros. Estas torres disponen de dispositivos que permiten bajar con cierta facilidad las luminarias para fines de mantenimiento (Martínez Domínguez, 2004).

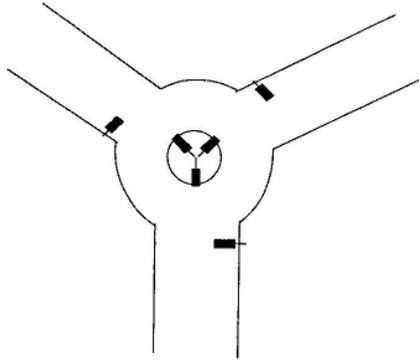


Figura 2. 23 Distribución de luminarias en grupo

**Curvas.-** Para la iluminación de secciones de calles curvilíneas, se disponen los centros luminosos o luminarias sobre el lado externo de la curva. La disposición de las luminarias debe ser preferencialmente en el andén exterior de las curvas, con el fin de mantener una guía visual más estable, se deben usar distribuciones de luminarias del tipo unilateral o bilateral opuesta. Así mismo, se debe evitar el uso de la distribución bilateral alternada, porque puede causar confusión respecto a la forma del camino (Martinez Dominguez, 2004).

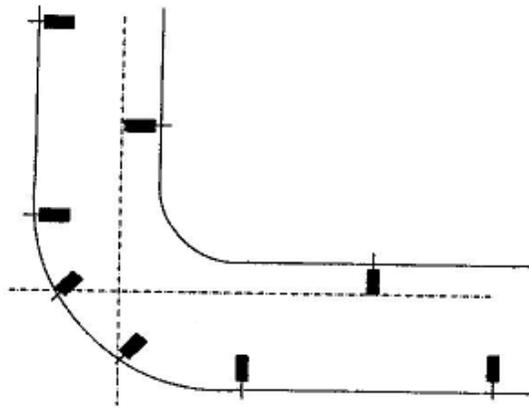


Figura 2. 24 Distribución de luminarias en curvas

### 2.4.3. POSTES

Para el alumbrado exterior, en sus distintas modalidades, ya sea de calles y avenidas, de jardines y parques recreativos, de industrias, edificios públicos, glorietas, áreas de esparcimiento, etc.

Uno de los elementos complementarios en algunos casos para la luminaria, son los postes, llamados elementos de montaje, pero que deben cumplir con ciertas solicitudes mecánicas,

como son: la carga que representa el viento, la carga por el hielo o nieve (en lugares donde existe); además, deben resistir la acción corrosiva de los agentes atmosféricos y también poco pesados para facilitar el transporte, su instalación o su sustitución. No deben requerir demasiado mantenimiento y satisfacer los aspectos estéticos (Enriquez Harper, 2005).

Pueden tener distintas formas de acuerdo a su aplicación y desde el punto de vista del material, pueden ser contruidos de:

**De acero.** Son muy usados por sus propiedades mecánicas, cuando se emplean en ambientes corrosivos, deben ser debidamente tratados (galvanizados y/o con pinturas corrosiva). Tienen la ventaja de tener un peso inferior a los postes de cemento.

**De cemento armado.** Estos postes también son muy usados, sobre todo en áreas corrosivas, tienen la ventaja de tener una larga duración sin requerir prácticamente de mantenimiento, tienen la desventaja de su peso que es elevado y que se refleja sobre los costos de montaje e instalación.

**De aluminio.** El peso es mucho menor que el de los dos tipos descritos anteriormente, esto reduce la dificultad constructiva, prácticamente no requieren mantenimiento, puesto que no son atacados por el medio ambiente. La desventaja de estos postes es su costo, que generalmente es superior a los de acero o concreto armado.

#### **2.4.4.- CLASIFICACION DE VIAS Y NIVELES DE ILUMINACION**

La finalidad del alumbrado público (Iluminación de calles, avenidas, plazas, áreas verdes) es el de proporcionar en la noche una visibilidad confortable para tener una mayor seguridad y protección en el tráfico de vehículos y peatones.

Las estadísticas indican que en zonas en donde se dispone de un buen alumbrado, los accidentes entre vehículos y los actos delictivos nocturnos disminuyen notablemente; y es que en la noche aumentan las posibilidades de accidentes a los usuarios debido a la limitación de la visibilidad así como también el ciudadano tiene un porcentaje mayor de probabilidad de robos y asaltos.

Los valores adoptados modernamente para los niveles de iluminación son los que se expresa en la tabla 2.1

TABLA 2.1 ILUMINANCIAS UNIFORMIDADES DE LOS VIALES

Tipo de vía	Valores mínimo		Valores normales	
	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad
Carretera de las redes básicas o afluente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración Continuación de carreteras de las redes básicas o afluente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación de las carreteras de la red comercial	10	0.25	15	0.25
Vías principales o de penetración continuación de las carreteras de la red local o vecinal	7	0.20	10	0.25
Vías industriales	4		7	0.20
Vías comerciales de lujo con tráfico rodado	15	0.15	22	0.30
Vías comerciales con tráfico rodado, en general	7	0.25	15	0.25
Vías comerciales sin tráfico rodado	4	0.20	10	0.25
Vías residenciales tráfico rodado	7	0.15	10	0.25
Vía residencial poco tráfico rodado	4	0.15	7	0.20
Grandes plazas	15	0.25	20	0.30
Plazas en general	7	0.20	10	0.25
Paseos	10	0.25	15	0.25

La Norma Boliviana NB 1412001:2 de alumbrado público establece 5 clases de iluminación de acuerdo a las características de la vía, de M1 a M5. Para su selección se deben considerar

aspectos como: función de la vía, densidad vehicular y de peatones, grado de complejidad, separación y control de tráfico, tales como las señales y semaforización (véase tabla 2.2.)

TABLA 2.2 CLASES DE ILUMINACION PARA DIFERENTES TIPOS DE VIA

Descripción de la vía	Clase de iluminación
<p>Vías de alta velocidad con calzadas separadas exentas de cruce a nivel y con accesos completamente controlados: autopistas expresas. Densidad del tráfico y complejidad de la Vía (Nota1)</p> <p style="text-align: center;">Alto Medio Bajo</p>	<p style="text-align: center;">M1 M2 M3</p>
<p>Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Control de tráfico (Nota 2) y separación (Nota 3) de diferentes usuarios de la vía</p> <p style="text-align: center;">Escaso Suficiente</p>	<p style="text-align: center;">M1 M2</p>
<p>Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía</p> <p style="text-align: center;">Escaso Bueno</p>	<p style="text-align: center;">M2 M3</p>
<p>Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales. Vías que conducen a las propiedades y a las otras vías colectoras.</p> <p style="text-align: center;">Escaso Bueno</p>	<p style="text-align: center;">M4 M5</p>

Nota 1) La complejidad de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros, señales, entradas y salidas de rampas.

Nota 2) Control de tráfico se refiere a la presencia de avisos y señales así como a la existencia de regulaciones. Los métodos de control son semaforización, reglas y regulaciones de prioridad, señales, avisos y demarcaciones de la vía.

Nota 3) La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción.

De acuerdo con lo anterior se adoptan 5 tipos de iluminación caracterizados por los criterios enumerados (véase tabla 2.3).

TABLA 2.3 CRITERIOS ADMITIDOS SEGUN EL TIPO DE VIA

Clases de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación(Km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	$V > 80$	Muy importante	$T > 1000$
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas	Alta	$60 < V < 80$	Importante	$500 < T < 1000$
M3	Vías principales y ejes viales	Media	$30 < V < 60$	Media	$250 < T < 500$
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	$V < 30$	Reducida	$100 < T < 250$
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	$T < 100$

#### 2.4.5. ALTURA DE MONTAJE DE LA LUMINARIA

La altura de la luminaria, se define como la altura del centro geométrico de la luminaria del nivel de la calzada. Esta altura esta también condicionada a los siguientes factores:

- Potencia de la lámpara
- Tipo de luminaria
- Disposición de los centros luminosos

Algunos valores indicativos de la altura de las luminarias o centros luminosos se dan en la tabla siguiente (Garcia Trasancos, 2004).

TABLA 2.4 ALTURA DE MONTAJE RECOMENDADA PARA LUMINARIAS

ALTURA DEL PUNTO DE LUZ (m)	FLUJO DE LÁMPARA (lm)
<7.5	<15000
7.5 a 9	15000 – 20000
9 a 12	20000 – 40000
>12	> 40000

La altura de la luminaria está también en relación directa con el ancho de la vía a iluminar y la disposición de las luminarias, según la tabla siguiente.

TABLA 2.5 RELACION ALTURA/ANCHO

TIPO DE COLOCACIÓN	RELACIÓN ALTURA/ANCHO
Unilateral	0.85 – 1
Tresbolillo	0.5 – 0.85
Pareada	0.33 – 0.5

La relación de la separación a la altura de la luminaria está en función de la iluminación media a conseguir sobre la vía, según la tabla siguiente.

TABLA 2.6 RELACION SEPARACION/ALTURA

ILUMINACION MEDIA (lux)	RELACIÓN SEPARACION/ALTURA
$2 \leq E_m < 7$	5 – 4
$7 \leq E_m < 15$	4 – 3.5
$15 \leq E_m \leq 30$	3.5 – 2

## 2.5. METODO DE CALCULO LUMINOTECNICO

### 2.5.1. METODO DEL FLUJO TOTAL

La finalidad de este método es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias que garantice un nivel de iluminancia medio determinado.

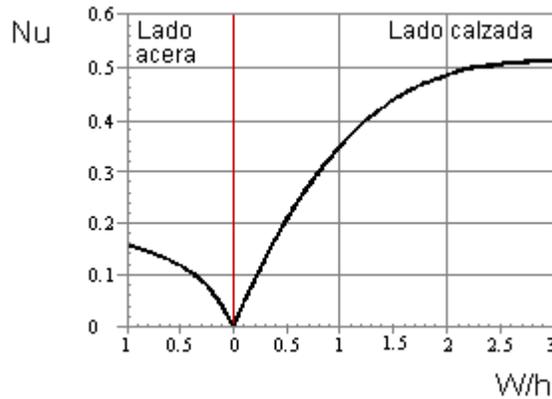


Figura 2. 25 Curva de Factor de utilización

El **factor de utilización** es una medida del rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara.

$$D = \frac{\Phi_L N_u K_D K_M}{E_M W}$$

Donde:

$D$  = Distancia entre luminarias (m)

$\Phi_L$  = Flujo luminoso de la lámpara (lm)

$N_u$  = Coeficiente de utilización dado por el fabricante

$K_D$  = Coeficiente de degradación de las luminarias (0.85 para lámparas de baja presión y 0.9 para lámparas de sodio a alta presión)

$K_M$  = Coeficiente de mantenimiento en atmosfera limpia de 0.70 – 0.85 para luminarias abiertas; 0.85 – 0.95 para luminarias cerradas

$E_M$  = Iluminación media (lux)

$W$  = Ancho de la calzada (m)

## **CAPITULO 3**

### **INGENIERIA DE PROYECTO**

#### **3.1. ELABORACION DEL PLANO DE LOCALIZACION DE LAS LUMINARIAS**

La elaboración del plano ayuda a determinar la ubicación de las luminarias y así tener una mejor respuesta a cualquier problema que se presente en el alumbrado público.

Para la elaboración del plano de localización de las luminarias es necesario realizar las acciones, que se describen a continuación.

El primer paso es conseguir el plano de la ciudad con todas sus calles principales, secundarias, plazas y parques.

El paso siguiente es desarrollar el plano en AutoCAD para así poder ubicar todas las luminarias.

La elaboración del plano en AutoCAD tiene la función de poder facilitar el mantenimiento de las luminarias, esta función consiste en que cuando llegan los reportes de la comunidad sobre algunas de las luminarias que no están funcionando, se pueden ubicar estas desde el plano y se puede saber qué tipo de material hay que llevar para la reparación.

Como por ejemplo si se nos dice que la luminaria que está en la calle Oruro esquina Ayacucho ubicado en el centro, “no enciende”, lo que se debe hacer es ir al plano elaborado en AutoCAD y ubicar dicha luminaria, de ahí determinamos las características que tiene la luminaria y así poder realizar la reparación. Con esto podemos obtener una mayor rapidez de operación de los trabajadores y realizando su trabajo con mayor eficiencia.

#### **3.2. AHORRO DE ENERGIA EN ILUMINACION**

##### **3.2.1. EQUIPOS AHORRADORES**

Para una adecuada selección del tipo de lámpara a utilizarse en el alumbrado de una determinada zona. Si se trata de un parque o un lugar de esparcimiento, la reproducción de color de la lámpara es un aspecto importante; esto no ocurre cuando se trata de una vialidad, la reproducción de color no importa demasiado, pero el cuidado que se debe tener para evitar el

deslumbramiento y el efecto estroboscópico es vital, además de que deben emplearse lámparas con reencendido casi instantáneo para evitar que el servicio se interrumpa cuando existe un corte pequeño de energía eléctrica. En la tabla 3.1 se muestra las principales características de los tipos más comunes de lámpara.

TABLA 3.1 CARACTERISTICA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LAMPARA

Tipo de Lámpara		Potencia (W)	Rendimiento luminoso (lm/W)	Temperatura de color °K	Tiempo de encendido	Vida útil (hora)
Incandescente		10-1500	5-25	2500-3000	Instantáneo	1000
Fluorescente		4-215	40-100	2500-6500	1 seg	10000
De Descarga	Vapor de Mercurio	50-1000	30-60	3000-6000	4-5 min	15000-16000
	Halogenuro Metálico	30-2000	50-125	3500-6500	2 min	9000
	Luz Mixta	160-500	30	3500	1.5 min	6000
	Sodio B.P.	15-200	100-200	1700 amarillo	7-12 min	14000
	Sodio A.P.	30-1000	50-150	2000-2500 Blanco amarillo	6-7 min	16000
Inducción		15-400	80-95	270-400 Blanco	Instantáneo	60000

La sustitución de equipos obsoletos constituye un aspecto fundamental en el ahorro de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado, el uso de una lámpara más eficiente en términos de flujo luminoso emitido por potencia eléctrica consumida es una de las alternativas más empleadas. Esto debe hacerse tomando en cuenta el costo de reposición y duración de la misma, así como el cumplimiento de las necesidades de iluminación. Otros componentes de la luminaria como el balastro, el reflector y difusor también son determinantes para la eficiencia del equipo.

Muchas lámparas hoy en día son mucho más eficientes energéticamente hablando en comparación con sus predecesoras. Sin embargo, comúnmente se siguen usando lámparas y tecnologías diseñadas e instaladas hace más de 30 años. Así mismo hay muchas opciones de lámparas disponibles actualmente, muchas con vidas más larga que las comúnmente usada,

esto representa sustanciales ahorros económicos en el mantenimiento. En alumbrado público, la aplicación de lámparas de vapor de sodio de alta presión (de 70 a 400W) es generalmente suficiente para ofrecer una buena iluminación, ajustando la distancia entre poste y las alturas de montaje, dependiendo del diseño de la luminaria.

### **3.2.2. OTROS DISPOSITIVOS**

Alrededor de un 70% del consumo energético de los ayuntamientos corresponde al alumbrado público. Este sector presenta, sin embargo, un alto potencial de ahorro mediante la utilización de elementos y tecnologías más eficientes, y sistemas de control y gestión adecuados. En este punto se tratarán todos los distintos equipos de nueva generación empleados para la obtención de un ahorro considerable en el alumbrado público.

#### **1) Estabilizadores de Flujo Luminoso**

Los estabilizadores de flujo luminoso están previstos para arrancar, estabilizar y reducir el consumo de potencia de una instalación de lámparas de descarga de alta intensidad preparadas para trabajar en una red trifásica. Es un equipo electrónico totalmente estático compuesto de tres módulos monofásicos de regulación independientes entre sí, cada módulo controla su fase correspondiente sin afectar en nada a las fases adyacentes, el único punto común a los 3 módulos es el neutro y es imprescindible que esté conectado al transformador de distribución a través de las protecciones adecuadas.

El equipo está conformado por un conjunto de tres módulos monofásicos idénticos. Su estructura está formada por un bastidor, autotransformador de toma múltiple por fase, unidad electrónica con microprocesador por fase, así como las protecciones correspondientes.

Los estabilizadores de tensión trabajan con dos niveles de estabilización, uno a nivel nominal y otro a un nivel más reducido, con estos equipos se asegura una correcta tensión de alimentación a las lámparas, siempre y cuando la tensión de entrada este dentro de los valores prefijados.

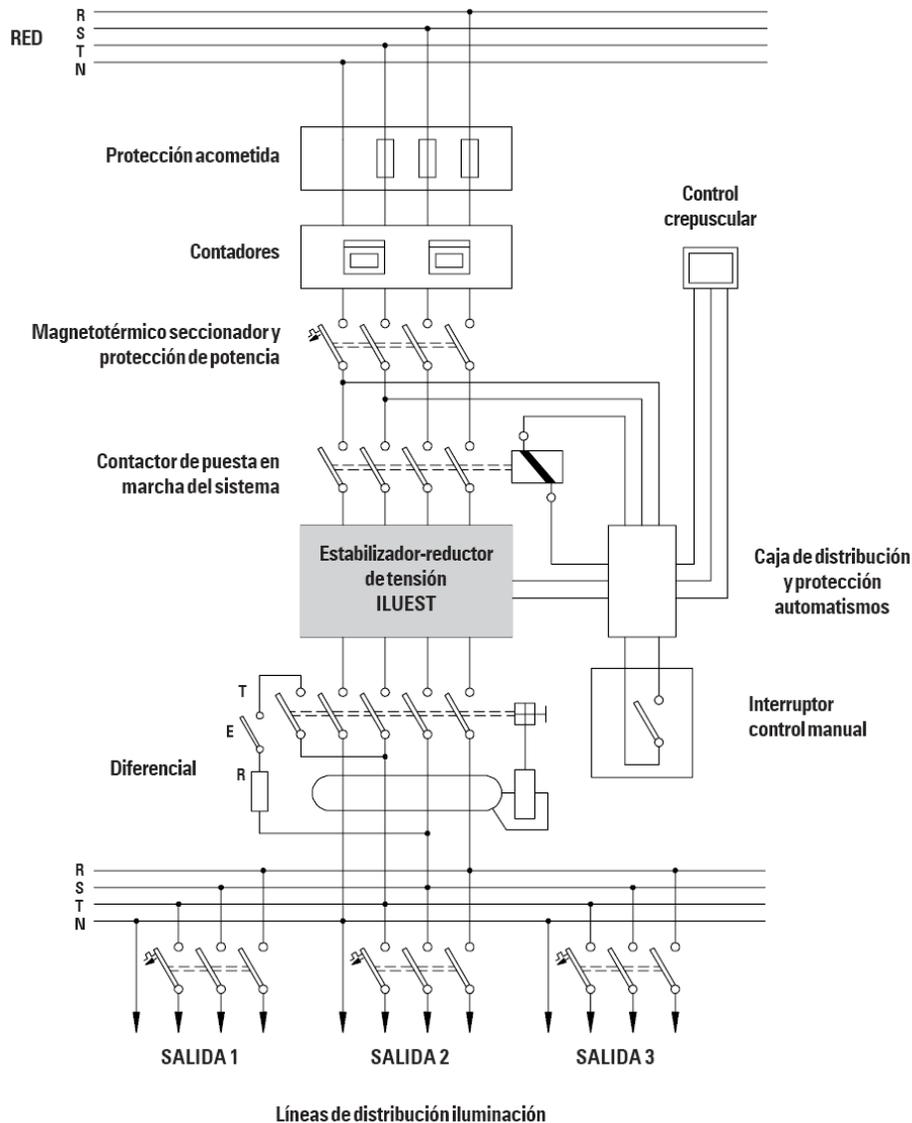


Figura 3. 1 Esquema conexionado de instalación trifásica, con Estabilizador

Otra principal función, es la posibilidad de reducir de manera controlada, suave y estabilizada, la tensión de alimentación, con lo que se obtienen flujos luminosos menores y adaptados a cada una de las necesidades. Para lámparas de vapor de sodio se recomienda una reducción de la tensión de máximo de 75%, para evitar daños prematuros a esta, mientras que para las lámparas incandescentes se puede reducir en cualquier porcentaje el nivel de tensión.

La utilización del Estabilizador en el alumbrado ofrece las siguientes ventajas:

- **Ahorro energético:** Tanto por eliminación del sobrecoste energético por tensiones de alimentación altas, como por permitir niveles de iluminación, de duración e intensidad prefijables por el usuario.
- **Aumento de la duración y rendimiento de las lámparas:** Las lámparas duran más y mantienen su eficacia, a lo largo del tiempo, al no estar sometidas a imprevisibles variaciones de la tensión de alimentación, a funcionar durante horas a régimen reducido y al permitir que el encendido se haga de forma progresiva.
- **Reducción de los costes de mantenimiento:** En tanto y en cuanto las lámparas dura más, se espacian las reposiciones, manteniendo las condiciones de servicio. También se reducen las averías de los equipos auxiliares debidas a sobretensiones.
- **Mejora de la calidad:** Los niveles de iluminación pueden ajustarse a distintos valores según sean las exigencias de la instalación o el periodo de uso. No hay que ceñirse a escalones prefijados.
- **Facilidad de instalación:** El Estabilizador-reductor se instala en cabecera de línea sin necesidad de hilos pilotos a cada punto de luz. Puede, por tanto, montarse tanto en instalaciones nuevas como en otras que ya están en servicio, sin obras complementarias.
- **Regulación independiente por fase:** Los Estabilizadores-reductores completos, actúan, únicamente, sobre la fase que sufre fluctuaciones.
- **Seguridad y fiabilidad:** Los equipos de los mejores fabricantes ofrecen una gran seguridad de funcionamiento fruto de la experiencia en este tipo de productos. La carencia de elementos móviles, un cuidado proceso de fabricación y controles a lo largo del mismo, garantizan un servicio seguro y fiable.

## 2) Postes solares para alumbrado público

Es un poste del tipo utilizado para alumbrado, que capta la energía directamente del sol (aunque este nublado), y la entrega a la luminaria encendiéndola durante la noche. El equipo es apto para todos aquellos lugares donde se necesita iluminar exteriormente.

El sistema de operación de estos sistemas, está basado en la generación de energía eléctrica por medio de un arreglo de módulos fotovoltaicos para después ser almacenada en un banco

de baterías y usar esta energía durante la noche, cuando la lámpara se enciende de manera automática.

En el poste se encuentran todos los componentes electrónicos: la lámpara, los módulos solares, baterías de descarga profunda y controles automáticos. El sistema funciona de manera completamente autónoma sin uso de gas o gasolina. Tiene como única fuente la energía del sol. Los módulos fotovoltaicos transforman la luz en energía eléctrica y ésta a su vez se almacena en baterías para ser usada por la noche o en días nublados.

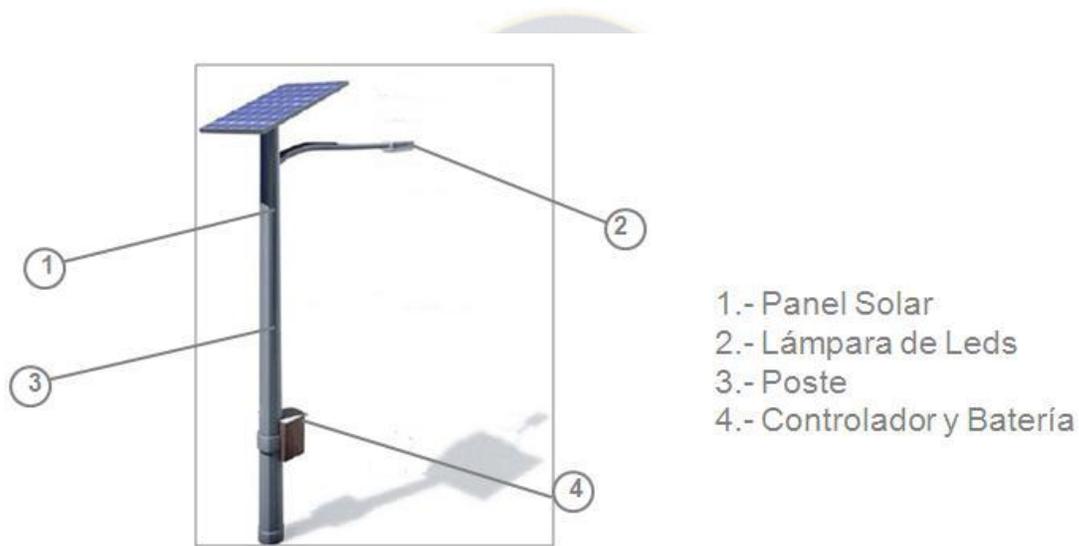


Figura 3. 2 Poste solar

La ventaja de estos postes de alumbrado público son:

- Completamente autónomo, el sol es su única fuente de energía.
- Potente salida de luz, satisface plenamente los requerimientos de iluminancia.
- 20 años de vida útil del sistema con 1 cambio de batería.
- 10 años de operación sin mantenimiento alguno, bajo condiciones normales.
- Encendido y apagado automáticos.
- Agradable luz blanca.
- Flexibilidad de instalación, no requiere cableado.
- Sistema tecnológicamente más avanzado, y con garantías más altas, del mercado.

### **3) Interruptores Astronómicos**

Estos dispositivos determinan la hora de amanecer y de la puesta de sol en función de la situación geográfica, para cada día del año. Estas horas cambian en cada lugar del mundo según la zona horaria. Por ello, hay que introducir en el programador la posición geográfica (latitud y longitud), la fecha y zona horaria. El interruptor encenderá el alumbrado a la hora del anochecer y lo apagará a la hora del amanecer. En comparación con los interruptores crepusculares (fotocelda), los interruptores astronómicos ofrecen la ventaja de no precisar un captador de luminosidad exterior, lo que facilita su instalación y reduce el mantenimiento.

Si no se conocen las coordenadas del punto geográfico, puede seleccionarse la posición de una lista pre-programada de ciudades. Esto acorta la puesta en servicio, para mayor ahorro de energía puede programarse un apagado nocturno durante unas horas. Con esto puede ahorrarse de un 35% a un 70% de energía, por lo que el costo del interruptor astronómico se amortiza rápidamente.

### **4) Medidas generales de ahorro de energético en iluminación pública**

El ahorro de energía en el alumbrado público puede tener mayor relevancia si a las técnicas antes mencionadas se les suma la implementación de ciertas técnicas como las que se mencionan a continuación:

- Usar luminarias con reflector y cierres transparentes, preferentemente de vidrio plano o semicurvo. Evitar una inclinación excesiva.
- Procurar usar proyectores asimétricos, con asimetrías adecuadas, o simétricos con rejillas antideslumbrantes o deflectores.
- Estudiar la reducción de los niveles de iluminación o incluso el apagado de la instalación a partir de ciertas horas de la noche si la actividad o premisa que indujo su instalación cambiase de requisitos luminotécnicos (reducción de la intensidad de tráfico, alumbrado de edificios, y monumentos, carteles luminosos, etc.).
- No proyectar con exagerados niveles de iluminación en zonas socialmente conflictivas. Hay estudios que indican que los excesos de iluminación y especialmente el deslumbramiento incrementan el vandalismo.

- No justificar excesos de iluminación en nuevas instalaciones porque las existentes vecinas fueron proyectadas con excesos.

Los beneficios de seguir ciertas recomendaciones para conseguir un ahorro de energía más significativo en el sistema de alumbrado público se muestran en la tabla. Esto nos da un panorama más amplio de las medidas que se utilizan más frecuentemente.

TABLA 3.2 CARACTERÍSTICAS-BENEFICIO PARA LAS MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

<b>Características del sistema del alumbrado</b>	<b>Beneficios obtenidos</b>
El correcto espaciamiento entre los postes y altura de colocación	Proporciona una distribución de luz uniforme, lo cual mejora la apariencia y seguridad del lugar. Ayuda a cumplir con los niveles recomendados de iluminación. Minimiza el número de postes, reduce los consumos de energía y costos en el mantenimiento.
Usar lámparas y luminarias con una elevada eficiencia	Reduce los costos del consumo energético.
Buen rendimiento de color	Ayuda a que los objetos se aprecien de una manera natural y placentera para los usuarios.
Mayor vida útil en las lámparas	Reduce los costos por el reemplazo de las lámparas
Lámparas con corto tiempo de reencendido	Permite que después de una interrupción de energía la lámpara encienda en menos tiempo.
Adecuada distribución fotométrica	Brinda al peatón el nivel adecuado de iluminación en la vialidad sin perder el confort.
Apagado automático	Representa ahorro de energía y costo en el mantenimiento debido a que la lámpara se apaga cuando no se requiere de ella.

### 3.3. CONTROL DEL ALUMBRADO PUBLICO

#### 3.3.1. FOTOCONTROL

Un fotocontrol o interruptor fotoeléctrico es un dispositivo destinado a conectar o desconectar un circuito en forma automática, en función del nivel luminoso del entorno en el cual se encuentra.

Es utilizado fundamentalmente para encender instalaciones de alumbrado durante la noche e interrumpir el circuito cuando llega el día. Su principio de funcionamiento está basado en un sensor fotoeléctrico, el cual entrega la señal a un detector de nivel. Este último actúa sobre un interruptor que comanda directamente el circuito de carga.



Figura 3. 3 Diagrama en bloques de un interruptor fotoeléctrico

El sensor fotoeléctrico actúa como transductor, produciendo una variación de resistencia eléctrica o tensión en función del nivel luminoso del entorno. Esta variación es controlada por un circuito detector de nivel, quién será el encargado de realizar la conmutación por debajo y por encima de determinados valores de iluminación a los cuales llamamos “*niveles de operación*”.

Pero antes de actuar directamente sobre el interruptor, vemos que en el diagrama encontramos un circuito de retardo. Este circuito sirve para evitar que el fotocontrol conmute por variaciones luminosas transitorias, como por ejemplo relámpagos o la luz de un vehículo pasando cerca de la columna donde se encuentra el fotocontrol.



Figura 3. 4 fotocontrol

Los fotocontroles deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los fotocontroles de las luminarias deberán ser de contactos normalmente cerrados [NC], deben ser de condición de operación “failon”. Fotocontrol diseñado para que la carga permanezca encendida cuando ocurra la falla. Los de contactores de control múltiple deberán ser de contactos normalmente abiertos [NA].
- La vida útil del fotocontrol bajo condiciones normales de funcionamiento debe sobrepasar las 3600 operaciones, siendo cada operación el ciclo completo conexión-desconexión en condiciones nominales de funcionamiento.
- Los fotocontroles y bases deben, ser resistente a los impactos, rayos del sol, agua, salinidad y desechos de animales.
- Si la base se instala dentro de la luminaria, esta se fijara al cuerpo de la luminaria en la parte superior, mediante tornillos de cabeza cónica o pisador con tornillo central que no sobresalgan a ella y pueden llegar a deteriorar la empaquetadura del fotocontrol.

### 3.3.2. TEMPORIZADORES

El temporizador es un dispositivo mediante el cual, podemos regular la conexión y desconexión de un circuito eléctrico, programando el encendido del alumbrado exterior durante el tiempo de mayor circulación de vehículos o peatones y apagando las lámparas en horas de baja circulación de personas y vehículos sin disminuir la seguridad de los usuarios, logrando un ahorro en el consumo de energía y aumentando la vida útil de los equipos.

En circuitos donde se controle los sistemas de alumbrado con dispositivos temporizadores, se debe verificar el funcionamiento correcto, de conexión y desconexión del circuito. Verificando la correcta configuración de dichos temporizadores, observando su hora de encendido y apagado, además observar que este no presente muestras de quemaduras por sobrecarga o cortocircuito.



Figura 3. 5 Interruptores horarios o temporizadores

### 3.3.3 CONTACTOR

Un contactor es un dispositivo de maniobra destinado a comandar equipos eléctricos en estado no perturbado o bajo las sobrecargas normales de servicio, con la posibilidad de ser accionado a distancia y preparado para grandes frecuencias de operación. El contactor sólo puede adoptar dos estados uno estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otro inestable, cuando es accionado y mantenido por su sistema de operación. Dichos contactores tienen como objetivo interrumpir el paso de la corriente en el circuito de forma automática o manual.

Los contactores generalmente pueden operar corrientes del orden de 6 a 12 veces la intensidad nominal. Se caracterizan por su poca inercia mecánica y rapidez de respuesta; resultando elementos indispensables en las tareas de automatización.

Se debe tener en cuenta que la capacidad de corriente del contactor no debe ser menor a la capacidad de corriente de la protección termomagnética.



Figura 3. 6 Contactor

El contactor para control en grupo de sistemas de alumbrado exterior se debe utilizar solo donde no es posible o se dificulte el control individual de cada luminaria.

### 3.3.4. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

El interruptor termomagnético es un medio de protección y desconexión a base de elementos mecánicos termomagnéticos de fácil accionamiento y de rápida respuesta a la falla eléctrica, ensamblados en caja moldeada. Los interruptores termomagnéticos utilizados en los sistemas de alumbrado son los interruptores de uno y dos polos, de un rango de 15 a 60 amperios.

Estos aparatos constan de un disparador magnético, formado por una bobina, que actúa sobre un contacto móvil, cuando la intensidad que la atraviesa supera su valor nominal ( $I_n$ ). Éste es el elemento que protege la instalación contra cortocircuitos, por ser muy rápido su funcionamiento, y cada vez que desconecta por este motivo debe conectar, bien sea manual o eléctricamente.

También poseen un disparador térmico, formado por una lámina bimetálica, que se dobla al ser calentada por un exceso de intensidad, y aunque más lentamente que el dispositivo anterior, desconecta el contacto inferior. Esta es la protección contra sobrecargas y su velocidad de desconexión es inversamente proporcional a la sobrecarga. Cuando la desconexión es por efecto de una sobrecarga, debe de esperarse a que enfríe la bilamina y cierre su contacto, para que la corriente pase de nuevo a los circuitos protegidos.

En el mantenimiento se debe verificar el funcionamiento correcto del interruptor, probando la respectiva conexión y desconexión del circuito mediante el interruptor utilizado, además se debe verificar que el interruptor conectado al circuito sea el indicado y compatible con los parámetros del circuito, observar que el interruptor no presente quemaduras ni irregularidades en su funcionamiento.



Figura 3. 7 Interruptor Termomagnético

En el mantenimiento se deben verificar los siguientes aspectos en el interruptor y el contactor:

- Verificar que el calibre del conductor utilizado coincida con la corriente de operación del contactor y el breaker.

- La protección se instala para proteger el conductor, no la carga, por lo tanto la capacidad de corriente de conductor debe ser siempre mayor o igual a la capacidad de corriente de la protección.
- Verificar la continuidad en los bornes del breaker y el contactor.
- El contactor no debe presentar ruidos continuos durante el funcionamiento, en el caso de presentarse ruido continuo, indica que está funcionando irregularmente por lo tanto se debe proceder a reparar el contactor, ya que este ruido es producido por acumulación de polvo y oxido en su interior.
- Cuando el breaker o el contactor presenta quemaduras o agrietamiento, esto indica el final de su vida útil y se debe reemplazar por un interruptor de características similares.
- Verificar que el interruptor o el contactor realice la respectiva conexión y desconexión del circuito de iluminación exterior.

### **3.4.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ACTUAL**

Al sistema de alumbrado público de las vías principales y vías secundarias de la localidad de Caracollo no se realiza el seguimiento y el control de sus luminarias, solo se improvisan y se colocan de acuerdo a disposición de luminarias, generando una gran distorsión en la uniformidad del nivel de iluminación y la visibilidad y en consecuencia las pérdidas de energía debido a que se utilizan diferentes tipos de luminarias, potencia y flujos luminosos, especialmente en las vías principales y plazas donde se tienen deficiencia luminosa.

En una visualización simple y general de la iluminación de Caracollo, se puede notar que el sistema de alumbrado público está formado de distintos tipos de luminaria, con el empleo de lámparas incandescentes, fluorescentes hasta unas modernas lámparas de descarga a vapor de sodio y/o de mercurio de alta presión de diferentes potencias utilizadas en estos últimos años.

De acuerdo al estudio realizado, el alumbrado público de la ciudad de Caracollo tiene distribución desordenada, sin una planificación adecuada que esté de acuerdo con las normas establecidas, es decir no se han tomado en cuenta el tipo de vía, tráfico vehicular, tráfico peatonal, y niveles de iluminación.

CUADRO 3.1 CANTIDAD DE LÁMPARAS

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA (W)	CANTIDAD
Sodio de alta presión	150	25
Sodio de baja presión	70	29
Fluorescente	40	181
Mercurio	125	42
TOTAL		277

### 3.5. CLASIFICACION DE VIAS

La ciudad de Caracollo por la estructura urbana que tiene se constituye en una ciudad intermedia por el cual se comunica con carreteras interdepartamental e interprovinciales. Por lo tanto es necesario clasificar las vías según su importancia de flujo vehicular, peatonal y ubicación.

**Vías principales.-** Son vías de la ciudad que comunican al centro y que conectan con carreteras principales, las mismas están constituidas por avenidas y calles principales que tienen mayor tráfico vehicular y peatonal.

CUADRO 3.2 CLASIFICACIÓN DE VÍAS PRINCIPALES

AV. O CALLE	TRAMO	DESCRIPCIÓN
Av. Panamericana La Paz – Oruro	Comprende entre la calle yungas y el desvío Oruro – Cochabamba	Ingreso principal que comunica las ciudades de La Paz – Oruro con gran tráfico vehicular.
Av. Panamericana Oruro – Cochabamba	Comprende desde el desvío Oruro – Cochabamba y la av. Integración	Ingreso principal que comunica La Paz – Cochabamba con gran tráfico vehicular.
Av. Integración	Comprendido entre la calle Ascarrunz y la carretera a Cochabamba	La continuación de la av. Integración comunica al centro de la ciudad
Av. René Bernal	Comprendido entre la calle Sucre y la calle Tarija	Ingreso principal que comunica con la plaza 30 de noviembre y la plaza ferial.
Ascarrunz	Comprende desde la calle yungas hasta la 30 de noviembre	Ingreso principal a la Av. René Bernal

CUADRO 3.3 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE VÍAS PRINCIPALES

Av. o calle	Ancho de Av. y calle m	Ancho de calzada m	Ancho de acera m	Longitud de la vía m	Tipo de piso
Av. Panamericana La Paz – Oruro	46	42	2	2300	Asfalto/tierra
Av. Panamericana Oruro - Cochabamba	48	44	1.5	530	Asfalto/tierra
Av. Integración	42	39	1.5	1255	Asfalto/tierra
Av. René Bernal	14	10	2	713	Adoquín
Ayacucho	12	9	1.5	816	Adoquín
Oruro	12	9	1.5	1105	Adoquín
Ascarrunz	12	9	1.5	973	Adoquín
Rosario	13	10	1.5	730	Adoquín

**Vías secundarias.-** Son vías con menor tráfico vehicular y peatonal que se comunican entre las diferentes zonas de la ciudad de Caracollo o también llamada vías residenciales. De estas vías tomaremos como referencia algunas calles más sobresalientes.

CUADRO 3.4 CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES DE VIAS SECUNDARIAS

Calle	Ancho de Av. y calle m	Ancho de calzada m	Ancho de acera m	Longitud de la vía m	Tipo de piso
Toledo	11	8	1.5	560	Adoquín
La Paz	15	10	1.5	1190	Adoquín
Sgto. Núñez	12	9	1.5	477	Adoquín
San Andrés	13	9	2	690	Tierra
Soledad	12	9	1.5	424	Tierra
14 de Septiembre	12	9	1.5	354	Adoquín
Lavayen	11	8	1.5	705	Tierra
Tarija	12	9	1.5	990	Tierra
Yungas	13	9	1.5	470	Tierra
Vázquez	14	10	2	505	Tierra
Bolívar	11	9	1	912	Tierra
Sucre	10	8	1	880	Tierra
Alanes	13	9	2	568	Tierra

### 3.6. SELECCION DE LUMINARIAS POR TIPO DE VIA

Para la elección de equipos de iluminación según tipo de vía se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Lámparas con mayor rendimiento luminoso.
- Lámparas con mayor vida útil.
- Facilidad de montar, desmontar y limpiar.
- Cómodo acceso a la lámpara y equipo eléctrico.
- Estética de la luminaria.
- Color apropiado de la luz.

En la actualidad las luminarias que tienen mejor eficiencia con relación a las demás son las de vapor de sodio de baja presión, sin embargo por su mala calidad de su color de la luz todavía no se usa en forma masiva. Después esta la luminaria de vapor de sodio de alta presión con mejor calidad de color de la luz el cual hace que percibamos mejor la diferencias de contraste y permite que penetre más luz con lluvia y niebla, adecuándose para vías con mayor tránsito vehicular y peatonal. Mientras las luminarias de vapor de mercurio tienen menor eficiencia que las de vapor de sodio de altas presión, sin embargo por su color de la luz (blanca) son adecuadas para áreas verdes como ser plazas y parques.

CUADRO 3.5 CLASIFICACION DE LUMINARIA POR TIPO DE VIA

Clasificación de vía	Tipo de luminaria a ser usado
Vías principales	Luminaria de vapor de sodio de alta presión (entre 150-250 a 400 W dependiendo del nivel de iluminación de la vía)
Vías secundarias	Luminaria de vapor de sodio de alta presión (entre 70 a 150 W)
Plazas y parques	Luminaria de halogenuro metálico de 70 a 150 W

### 3.7. NIVEL DE ILUMINACION SEGUN CLASIFICACION DE VIAS

Según la tabla 2.1 del capítulo 2 se recomienda los siguientes niveles de iluminación media para el cálculo luminotécnico.

TABLA 3.3 NIVEL DE ILUMINACION MEDIA

Tipo de vía	Nivel de iluminación recomendado Lx	Factor de uniformidad
Vías principales	22	0.3
Vías secundarias	10	0.25
Plazas en general	10	0.25

### **3.8. CALCULO LUMINOTECNICO**

#### **VIAS PRINCIPALES**

Para una mejor comprensión realizaremos el cálculo luminotécnico para una vía específica, en este caso tomaremos de ejemplo la Av. René Bernal.

##### Características de la vía

- Ancho de vía: 14 m
- Ancho de calzada: 10 m
- Ancho de la acera: 2 m
- Número de carriles: 2
- Longitud de la vía: 713 m
- Tipo de piso: Adoquín

- Altura de montaje

La altura recomendada se establece según la tabla 4 del Capítulo 2, en nuestro caso se utilizara una luminaria de sodio de alta presión tubular de 250 W que emite un flujo luminoso de 28000 lm, en el Anexo N°6 se muestra el cálculo luminotécnico de la Av. René Bernal con el programa DIALux.

#### **CALCULO POR EL METODO DE FLUJO TOTAL**

Para el cálculo de por el método de flujo total se utilizara la luminaria de marca General Electric modelo EURO-2 HPS 250W y una lámpara LU250/T/40 de vapor de sodio de alta presión de 250 W.

- Luminaria General Electric modelo EURO-2 HPS 250W
- Lámpara LU- T tubular claro 250 W
- Flujo luminoso inicial 28000
- Disposición unilateral
- Vida útil de la lámpara 24000 h

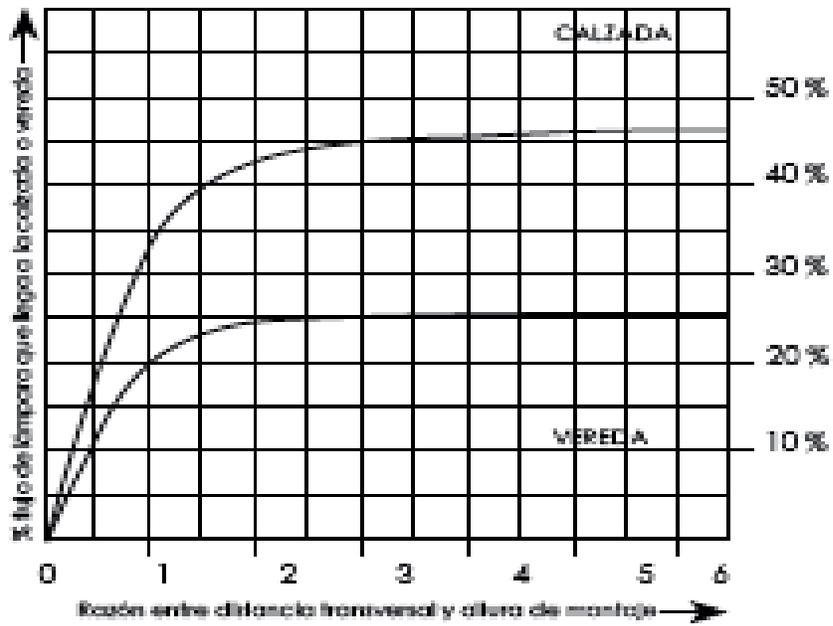


Figura 3. 8. Curva de Utilización

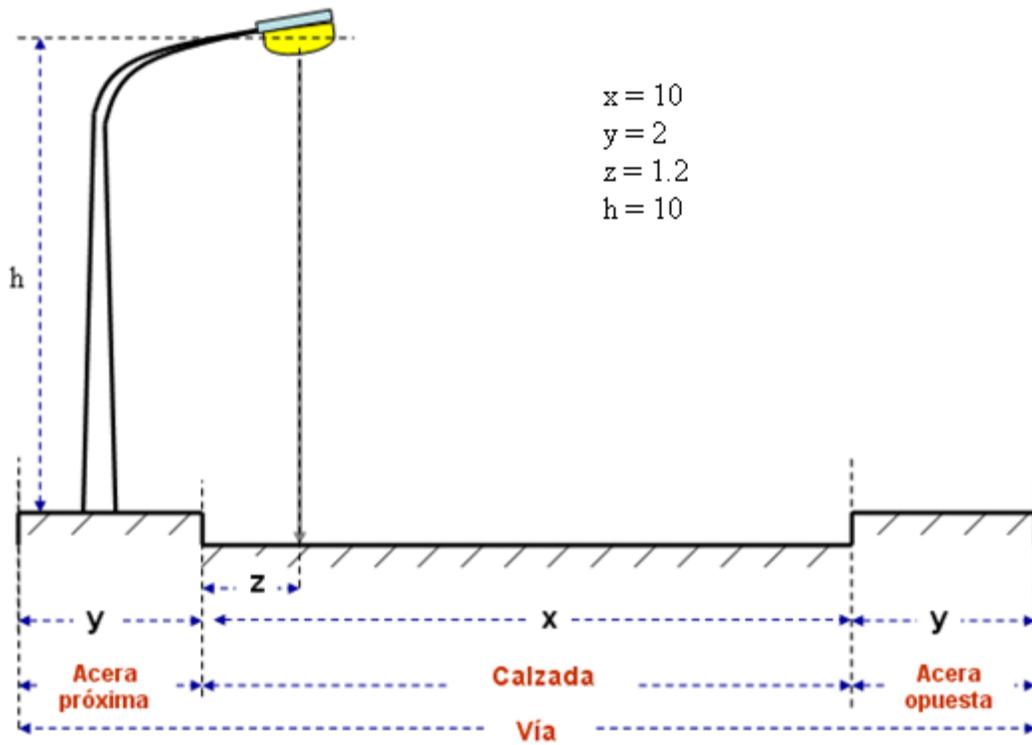


Figura 3. 9 Colocación de luminaria

Para obtener el Factor de Utilización se recurre a efectuar las siguientes operaciones:

Determinar la relación anchura de calle/altura de luminaria hacia la calle:

$$\text{Relación Calzada} = R_{CAL} = \frac{\text{Ancho de Calzada } m - \text{Saliente de brazo}(m)}{\text{Altura del punto de luz}(m)}$$

$$R_{CAL} = \frac{10-1.2}{10} = 0.88$$

Establecer la relación anchura de calle/altura de luminaria hacia la acera:

$$\text{Relación Acera} = R_{ACE} = \frac{\text{Saliente del Brazo}(m)}{\text{Altura del Punto de Luz}(m)}$$

$$R_{ACE} = \frac{1.2}{10} = 0.12$$

Con los valores anteriores entremos a la curva de utilización y tenemos:

$$\text{Para } 0.88 \text{ (Lado Calzada)} = CU_1 = 0.30$$

$$\text{Para } 0.12 \text{ (Lado acera)} = CU_2 = 0.03$$

Por lo tanto

$$CU = CU_1 + CU_2 = 0.30 + 0.03 = 0.33$$

Determinación del factor de mantenimiento:

$$FM = K_D * K_M = 0.9 * 0.8 = 0.72$$

Calcularemos la distancia entre puntos de luminaria:

$$D = \frac{\Phi_L N_u FM}{E_M W}$$

$$D = \frac{28000 * 0.33 * 0.72}{22 * 10} = 30 \text{ m}$$

En las siguientes tablas se muestra el cálculo luminotécnico para vías principales y vías secundarias.

Tabla 3.4

CALCULO LUMINOTECNICO PARA VIAS PRINCIPALES

CARACTERISTICA	AVENIDAS Y CALLES PRINCIPALES									
	Panamericana La Paz-Oruro	Panamericana Oruro -Cbba.	Integración	René Bernal	Ayacucho	Oruro	Ascarunz	Rosario		
NIVEL DE ILUMINACION LUX	22	22	15	15	15	15	15	15		
TIPO DE PISO DE CALZADA	Asfalto/tierra	Asfalto/tierra	Asfalto/tierra	Adoquín	Adoquín	Adoquín	Adoquín	Adoquín		
ANCHO DE CALZADA	42	44	39	10	9	9	9	10		
ANCHO DE ACERA	2	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5		
NUMERO DE CARRILES	4	4	2	2	2	2	2	2		
RELACION ALTURA/ANCHO	0.33	0.32	0.36	1	1	1	1	1		
ALTURA DE MONTAJE	14	14	14	10	9	9	9	10		
DISTANCIA ENTRE POSTE	34	32	35	30	33	33	30	30		
SALIENTE DE BRAZO	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		
DISPOSICION DE LUMINARIAS	Bilateral Parea.	Bilateral Pare.	Bilateral Pa.	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral		
TIPO DE LUMINARIA	Asimétrico <i>semicut-off.</i>									

Tabla 3.5

CALCULO LUMINOTECNICO PARA VIAS SECUNDARIAS

CARACTERISTICA	CALLES SECUNDARIAS									
	Toledo	La Paz	Sgto. Núñez	San Andrés	Soledad	14 de Septiembre	Lavayen	Tarija		
NIVEL DE ILUMINACION LUX	10	10	10	10	10	10	10	10		
TIPO DE PISO DE CALZADA	Adoquín	Adoquín	Adoquín	Tierra	Tierra	Adoquín	Tierra	Tierra		
ANCHO DE CALZADA	8	10	9	9	9	9	8	9		
ANCHO DE ACERA	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5		
NUMERO DE CARRILES	2	2	2	2	2	2	2	2		
RELACION ALTURA/ANCHO	1	1.1	1	1	1	1	1	1		
ALTURA DE MONTAJE	8	9	9	9	9	9	8	9		
DISTANCIA ENTRE POSTE	43	35	38	38	38	38	40	38		
SALIENTE DE BRAZO	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
DISPOSICION DE LUMINARIAS	Unilateral									
TIPO DE LUMINARIA	Asimétrico <i>semicut-off.</i>									

Tabla 3. 6 CALCULO LUMINOTECNICO PARA VIAS SECUNDARIAS

CARACTERISTICA	CALLES SECUNDARIAS				
	Yungas	Vásquez	Bolívar	Sucre	Alanes
NIVEL DE ILUMINACION LUX	10	10	10	10	10
TIPO DE PISO DE CALZADA	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
ANCHO DE CALZADA	9	10	9	8	9
ANCHO DE ACERA	1.5	2	1	1	2
NUMERO DE CARRILES	2	2	2	2	2
RELACION ALTURA/ANCHO	1	0.9	1	1	1
ALTURA DE MONTAJE	9	9	9	8	9
DISTANCIA ENTRE POSTE	38	36	38	39	38
SALIENTE DE BRAZO	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
DISPOSICION DE LUMINARIAS	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral	Unilateral
TIPO DE LUMINARIA	Asimétrico <i>semicut-off.</i>	Asimétrico <i>semicut-off.</i>	Asimétrico <i>semicut-off.</i>	Asimétrico <i>semicut-off.</i>	Asimétrico <i>semicut-off.</i>

Nota

Calle s/n.- Para calles sin nombres se utilizaran lámparas de vapor de sodio de alta presión con una potencia de 70 W con una distancia entre poste de 30 m.

### 3.9. CALCULO ELECTRICO

#### 3.9.1. ESTIMACION DE POTENCIA

##### Potencia activa de la luminaria

Para calcular la potencia activa total de cada luminaria se deberá tomar en cuenta la potencia de la lámpara, perdida en los equipos auxiliares (balasto).

A continuación mostramos los cuadros de potencia.

CUADRO 3.6

POTENCIA NOMINAL LUM. (W)	POTENCIA DE LA LAMPARA (W)	PERDIDA EN EL BALASTO (W)	POTENCIA ACTIVA DE LA LUMINARIA (W)
Vapor de sodio A.P. 70 W	70	12	82
Vapor de sodio A.P. 150 W	150	20	170
Vapor de sodio A.P. 250 W	250	25	275
Vapor de sodio A.P. 400 W	400	50	450

### Factor de potencia de las luminarias

Es la relación que existe entre la potencia activa y la potencia aparente cuyos valores varían de 0 – 1. Las luminarias obligatoriamente serán de alto factor de potencia, es decir, con un factor de potencia mayor o igual a 0.9.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

S = Potencia Aparente (VA)

P = Potencia Activa (W)

$\cos \varphi$  = Factor de Potencia

En el siguiente cuadro se muestran las potencias aparentes por tipo de luminaria.

CUADRO 3.7

POTENCIA NOMINAL LUM. (W)	POTENCIA ACTIVA (W)	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA APARENTE (VA)
Vapor de sodio A.P. 70 W	82	0.9	91
Vapor de sodio A.P. 150 W	170	0.9	189
Vapor de sodio A.P. 250 W	275	0.9	306
Vapor de sodio A.P. 400 W	450	0.9	500

Los equipos de iluminación de alumbrado público serán alimentados con tensión nominal de 220 V, trifásico con una frecuencia de 50 Hz.

### Intensidad de corriente

La intensidad de las luminarias se calculará por la siguiente expresión.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} V}$$

O por la ecuación

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

En el siguiente cuadro se muestra las intensidades de corriente por tipo de luminaria.

CUADRO 3.8 POTENCIAS DEMANDADAS POR CIRCUITO

POTENCIA NOMINAL	POTENCIA DE LA LÁMPARA	POTENCIA ACTIVA	POTENCIA APARENTE	TENSIÓN NOMINAL	CORRIENTE NOMINAL
Vapor de sodio A.P. 70 W	70	82	91	220	0.24
Vapor de sodio A.P. 150W	150	170	189	220	0.5
Vapor de sodio A.P. 250 W	250	275	306	220	0.8
Vapor de sodio A.P. 400 W	400	450	500	220	1.31

En el siguiente cuadro se muestra las potencias demandadas por circuitos.



CUADRO 3.9 CUADRO DE POTENCIAS POR CIRCUITOS DE LAS AVENIDAS PRINCIPALES

AVENIDA	LONGITUD	DISPOSICION DE LA LUMINARIA	DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUMINARIA	Nº CIRCUITOS	CANTIDAD DE LUMINARIA	POTENCIA POR CIRCUITO	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA POR CIRCUITO
Panamericana La Paz-Oruro	2300	Bilateral Pareada	34	C1	13	6500	1	6500
				C2	14	7000	1	7000
				C3	14	7000	1	7000
				C4	13	6500	1	6500
				C5	14	7000	1	7000
				C6	68	34000	1	34000
				Total	136	68000		68000
Panamericana Oruro-Cochabamba	530	Bilateral Pareada	32	C1	9	4500	1	4500
				C2	8	4000	1	4000
				C3	17	8500	1	8500
				Total	34	17000		17000
Integración	1255	Bilateral Pareada	35	C1	9	4500	1	4500
				C2	9	4500	1	4500
				C3	9	4500	1	4500
				C4	10	5000	1	5000
				C5	37	18500	1	18500
				Total	74	37000		37000
René Bernal	713	Unilateral	30	C1	8	2448	1	2448
				C2	8	2448	1	2448
				C3	9	2754	1	2754
				Total	25	7650		7650
Ascarrunz	973	Unilateral	30	C1	10	3060	1	3060
				C2	11	3366	1	3366
				C3	12	3672	1	3672
				Total	34	10098		10098
Ayacucho	816	Unilateral	33	C1	8	2448	1	2448
				C2	9	2754	1	2754
				C3	9	2754	1	2754
				Total	26	7956		7956
Oruro	1105	Unilateral	33	C1	11	3366	1	3366
				C2	11	3366	1	3366
				C3	12	3672	1	3672
				Total	34	10404		10404
Rosario	730	Unilateral	30	C1	9	2754	1	2754
				C2	8	2448	1	2448
				C3	8	2448	1	2448
				Total	25	7650		7650

CUADRO 3.10 POTENCIA DE LUMINARIAS DE CALLES SECUNDARIAS

CALLE	LONG. PROMEDIO	DISPOSICION	DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUMINARIA	CANTIDAD DE LUMINARIA	POTENCIA TOTAL (VA)
Toledo	500	Unilateral	41	13	2457
La Paz	1190	Unilateral	35	35	6615
Sgto. Núñez	477	Unilateral	38	14	2646
San Andrés	690	Unilateral	38	19	3591
Soledad	424	Unilateral	38	12	2268
14 de Septiembre	354	Unilateral	38	10	1890
Lavayen	705	Unilateral	40	17	3213
Tarija	990	Unilateral	38	27	5103
Yungas	470	Unilateral	38	13	2457
Vásquez	505	Unilateral	36	15	2835
Bolívar	912	Unilateral	38	25	4725
Sucre	880	Unilateral	39	24	4536
Alanes	568	Unilateral	38	16	3024

CUADRO 3.11 CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS

Potencia de luminarias	cantidad
400-Na	244
250-Na	144
150-Na	240
70-Na	86
150-MH	92
<b>TOTAL</b>	<b>806</b>

### 3.10. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control de encendido y apagado de las luminarias del alumbrado público se realizara mediante fotocélulas o fotocontroles convencionales.

#### **Fotocélula**

Es el más utilizado, ya que el encendido o apagado de la instalación se produce automáticamente cuando la iluminación natural alcanza su valor prefijado. Cuyo principio de funcionamiento es térmico, y este fotocontrol presenta un pequeño retardo (3 min). Cuando está instalado a una lámpara enciende instantáneamente luego del apagado emplea el retardo.

### Características técnicas:

- Cubierta de policarbonato, buena resistencia a la luz solar
- Capacidad 1000 W
- Tensión 220V AC – 50 Hz
- La temperatura de trabajo -10°C a 40°C
- Retardo por destellos eventuales 2-3 seg.
- Vida útil 4000 operaciones
- Sensibilidad 10 – 50 Lux
- Índice de protección IP IP44 apto para intemperie

Todas las luminarias llevarán incorporado el fotocontrol de tal manera que el sistema de control sea individualizado.

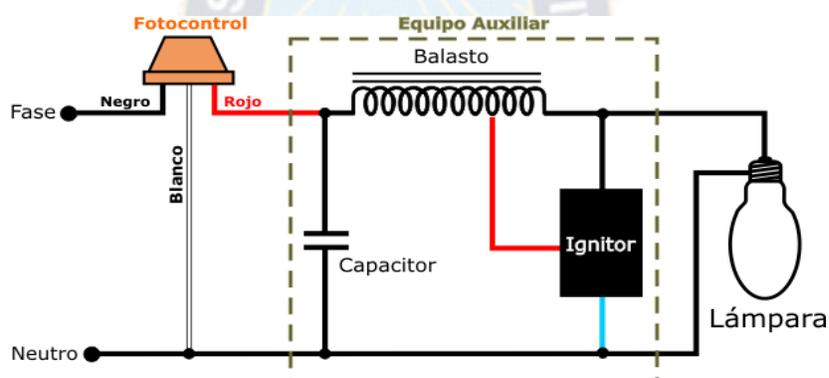


Figura 3. 10 Conexión de Fotocontrol

### 3.11. GRADO DE PROTECCION

Cuando se utiliza una luminaria u otro aparato eléctrico se debe tener en cuenta las condiciones de servicio y también las condiciones ambientales en las cuales el equipo va a trabajar.

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

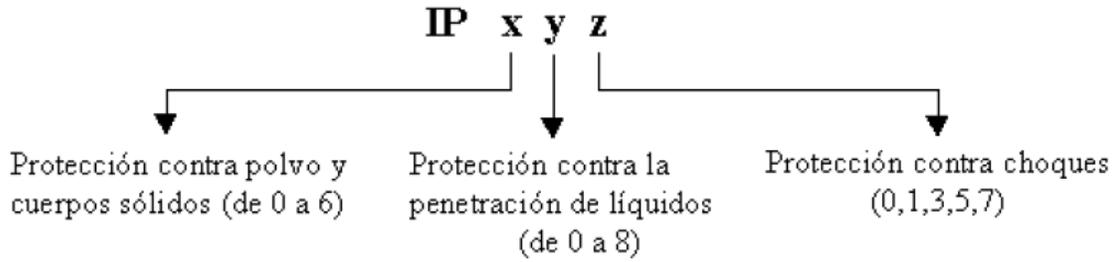


Figura 3. 11 Clasificación según características mecánicas de la lámpara

La tercera cifra que define la protección contra choques de la carcasa o envoltente no siempre se utiliza.

CUADRO 3.12 CARACTERÍSTICAS DE PROTECCION IP

			2º CIFRA - Protección contra la entrada perjudicial de agua								
			IP_0	IP_1	IP_2	IP_3	IP_4	IP_5	IP_6	IP_7	IP_8
<b>1ª CIFRA - Protección contra cuerpos sólidos de diámetro mayor a:</b>			No Protegido	Goteo vertical de agua	Goteo hasta 15° de la vertical	Rociado hasta 60° de la vertical	Rociado en todas direcciones (360°)	Lanzamiento en todas direcciones (360°)	Golpes de mar (olas)	Protegido contra inmersión	Protegido contra submersión
IP0		Sin Protección	IP 00								
IP1		50mm	IP 10	IP 11	IP 12						
IP2		12mm	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
IP3		2,5mm	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
IP4		1,0mm	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	IP 45	IP 46		
IP5		Protegido contra el polvo	IP 50				IP 54	IP 55	IP 56		
IP6		Libre contra el polvo	IP 60					IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

3ª CIFRA IP	1	2	3	5	7	9
<b>ENERGÍA de IMPACTO (julios)</b>	0,225	0,375	0,500	2,0	6,0	20,0
<b>MASA que IMPACTA (gramos)</b>	150	250	250	500	1500	5000
<b>DISTANCIA (cm)</b>	15	15	20	40	40	40

### 3.12. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las redes de baja tensión para el alumbrado público serán aéreas y para las plazas serán subterráneas.

Los materiales a emplearse en el presente proyecto del alumbrado público en la localidad de Caracollo tendrán las siguientes características:

#### Equipo de iluminación

Serán de fabricación estándar GE General Electric o similares con alto factor de potencia, incluido lámpara, fotocontrol y los demás componentes.

Las especificaciones técnicas de las siguientes luminarias son para vías principales y secundarias.

TABLA 3.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA VIAS PRINCIPALES

<b>Lámpara de vapor de sodio de alta presión 400W</b>	
Tipo	Lámpara de SAP tubular clara
Potencia	400 W
Casquillo	Rosca E-40
Flujo luminoso	48000 lúmenes
Vida útil	24000 horas
<b>Luminaria de vapor de sodio de alta presión</b>	
Reflector	Aluminio abrillantado y anodizado
Portalámparas	E-40
Carcasa	Aleación de aluminio
Balasto	De 400 W, tensión de 220V, 50Hz.
Grado de protección	IP 55
Fotocontrol	Capacidad 1000 W con tensión de línea 220 V, 50 Hz.

TABLA 3.8 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LUMINARIAS DE VIAS PRINCIPALES

<b>Lámpara de vapor de sodio de alta presión 250W</b>	
Tipo	Lámpara de SAP tubular clara
Potencia	250 W
Casquillo	Rosca E-40
Flujo luminoso	28000 lúmenes
Vida útil	24000 horas
<b>Luminaria de vapor de sodio de alta presión</b>	
Reflector	Aluminio abrillantado y anodizado
Portalámparas	E-40
Carcasa	Aleación de aluminio
Balasto	De 250 W, tensión de 220V, 50Hz.
Grado de protección	IP 55
Fotocontrol	Capacidad 1000W con tensión de línea 220 V, 50 Hz.

TABLA 3.9 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LUMINARIAS DE VIAS SECUNDARIAS

<b>Lámpara de vapor de sodio de alta presión 150W</b>	
Tipo	Lámpara de SAP tubular clara
Potencia	150 W
Casquillo	Rosca E-40
Flujo luminoso	15000 lúmenes
Vida útil	24000 horas
<b>Luminaria de vapor de sodio de alta presión</b>	
Reflector	Aluminio abrillantado y anodizado
Portalámparas	E-40
Carcasa	Aleación de aluminio
Balasto	De 150W, tensión de 220V, 50Hz.
Grado de protección	IP 55
Fotocontrol	Capacidad 1000W con tensión de línea 220 V, 50Hz.

En la siguiente tabla se muestra las especificaciones técnicas de luminarias y lámparas para la iluminación de parques y plazas.

El control de encendido de las luminarias será por medio de fotocelda.

TABLA 3.10 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PARQUES Y PLAZAS

<b>Lámparas de halogenuro metálico 150 W</b>	
Tipo	Lámparas de halogenuro metálico
Potencia	150W
Casquillo	E-40
Flujo luminoso	19000 lúmenes
Vida útil	20000 hora
<b>Luminaria de halogenuro metálico</b>	
Reflector	Aluminio anodizado y sellado electrolíticamente
Portalámparas	E-40
Carcasa	Armadura principal en acero
Balasto	De 150W, tensión 220V, 50Hz
Grado de protección	IP55
Difusor	Vidrio plano templado termo resistente de 5mm de espesor
Distribución luminosa	Asimétrica

### **Postes**

Los postes que se utilizaran para este proyecto están detallados en los anexos, los mismos que son:

#### **Poste metálico**

El acabado final del poste deberá estar protegido con pintura anticorrosiva de color plateado.

## **Cuadro de protección y mando**

Para la protección y mando del sistema de alumbrado se dispondrá de un armario independiente que alojara los elementos propios del cuadro general de protección y mando.

El centro de mando y protección constara de los siguientes elementos.

- Interruptor de corte general
- Disyuntor diferencial 4 polos
- Interruptor automático magnetotérmico
- Contactor
- Interruptor horario astronómico
- Reductor de flujo

Con este cuadro podrá obtenerse el encendido y apagado, tanto manual como automático, debiendo tener perfectamente señalizadas sus protecciones y circuito a que pertenecen y conexionándose a tierra en caso de ser metálico.

### **3.13. MANTENIMIENTO DE LUMINARIA**

Todos los equipos, instalaciones y montajes, reciben durante su vida útil, influencia de las condiciones de operación y del medio donde está operando, esta influencia puede afectar de varias formas las condiciones iniciales de su funcionamiento y las características físicas o químicas existentes inicialmente, disminuyendo su vida útil, por lo tanto es esencial llevar a cabo inspecciones y mantenimiento a todos los elementos de la instalación periódicamente.

Por los costos crecientes de la mano de obra y los desplazamientos de los carros de mantenimiento, cada vez se hace más necesario agrupar las operaciones de inspección, mantenimiento, limpieza y reemplazo, mediante mantenimientos sistemáticos y reducir a un mínimo el mantenimiento fuera del programa.

Los trabajos de mantenimiento de las luminarias tipo exterior utilizadas en alumbrado público se clasifican en dos grupos, mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo como se describe a continuación:

### **3.13.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo de las luminarias de alumbrado exterior consiste en localizar, reparar y adecuar las instalaciones para que funcionen el máximo número de horas posible, con el desempeño para el que fueron diseñadas.

Las actividades que componen el mantenimiento correctivo son:

- Localización y reparación de averías.
- Adecuación de instalaciones.
- Detección de averías.

Para la ejecución del mantenimiento correctivo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Reemplazar las bombillas y donde sea necesario, los equipos auxiliares y cerciorarse que el casquillo de la bombilla este perfectamente adaptado o coincida con el portalámparas.
- Revisar el encendido, apagado y el correcto funcionamiento del dispositivo de encendido de la luminaria.
- Limpiar las bombillas y el conjunto óptico de las luminarias.
- Realizar el mantenimiento mecánico y eléctrico de la luminaria.
- Coordinar con las entidades municipales competentes la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria.

### **3.13.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo de las luminarias de alumbrado exterior debe determinar las acciones para evitar o eliminar las causas de las fallas potenciales del sistema y prevenir su ocurrencia, mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación.

Un mantenimiento preventivo adecuado nos permitirá, además de detectarlas averías, sacarle el máximo rendimiento a nuestra instalación.

Un mantenimiento preventivo debería contemplar las siguientes acciones:

<b>Limpieza del sistemas óptico y cierres de luminarias</b>	Cada dos años
<b>Control de las conexiones y de la oxidación</b>	Cada cambio de lámpara
<b>Control de los sistemas mecánicos de fijación</b>	Cada cambio de lámpara
<b>Control del sistema de encendido y apagado</b>	Cada 6 meses
<b>Revisión del armario, protecciones, puesta a tierra y cableado.</b>	Cada año
<b>Medición de los niveles de iluminación y verificación de la calificación energética</b>	Cada año
<b>Reposición masiva de lámparas y arrancadores</b>	Según vida útil

### **3.13.3. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LAS LUMINARIA**

La persona encargada de la operación y el mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las luminarias será responsable de mantenerlas en condiciones seguras por lo tanto deben garantizar que se cumplan las disposiciones del reglamento que establece los requisitos que deben cumplir los sistemas de alumbrado exterior y verificar que estas conexiones no presenten ningún riesgo para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente.

#### **a. Inspección y mantenimiento de la acometida de la luminaria**

Los conductores para acometida se usan para conectar la red secundaria con el equipo o luminaria, se debe tener en cuenta la potencia de la luminaria que se va alimentar, con el fin de realizar la correcta selección del conductor que se debe utilizar. Al realizar el mantenimiento de la luminaria se debe observar el estado del conductor de la acometida, verificar que el calibre del conductor sea el indicado para la red que se está usando y su correcta conexión.

En el mantenimiento e inspección de la acometida y las demás instalaciones eléctricas de las luminarias se debe observar el estado de dichas instalaciones, verificando los siguientes puntos:

- Verificar que los empalmes no presente sulfatación.
- Observar el estado de los conectores, en muchos casos se aflojan o pierden su hermeticidad.
- No se recomienda empalmes en el tramo de la acometida, se recomienda que el cable sea continuo desde la red hasta la luminaria.
- No utilizar cables de diferente calibre, utilizar un solo calibre en los tramos de la instalación.
- En las conexiones eléctricas se debe tener en cuenta los tipos de conectores permitidos por la norma que rige los sistemas de alumbrado.

Las luminarias y proyectores deben tener la siguiente protección de los conductores y los aislamientos del alambrado de las luminarias:

- Los conductores deben estar bien sujetos de modo que no se produzca cortadura ni abrasión de aislamiento.
- En el interior de los brazos de las luminarias de alumbrado no pueden existir empalmes o conexiones.
- Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los sometan a tensión mecánica.

En los procedimientos de mantenimiento preventivo se debe observar el estado de la acometida verificando que el calibre del conductor utilizado sea el adecuado, además debemos verificar las conexiones observando el estado de los conectores y empalmes en caso de existir.

De igual forma dicho procedimiento se debe llevar a cabo en las acciones de mantenimiento correctivo para descartar que la acometida presente irregularidades y así verificar su funcionamiento correcto, asegurándose que el conductor, los conectores y los empalmes se encuentren en buen estado.

#### **3.13.4. INSPECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LAS LUMINARIAS**

Los operarios encargados del mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las luminarias deben seguir los siguientes pasos en la supervisión de dicha instalación eléctrica:

### **a. Inspección visual**

Es la inspección física que se le realiza a la acometida y demás instalaciones eléctricas de la luminaria, esta se realiza recorriéndola desde el punto de empalme hasta el último elemento del circuito. La inspección visual permite hacerse una idea globalizada de la instalación y de las condiciones técnicas de esta, revisando los siguientes aspectos:

#### **Puntos de empalme**

Verificar el estado de los conductores, conectores, puestas a tierra y demás empalmes que pueda presentar la instalación eléctrica de las luminarias.

En este punto se debe verificar:

- La posición de las cajas de los fotocontroles.
- Revisar la sección del conductor.
- Verificar la continuidad de líneas.
- Revisar las puestas a tierra y su conductor.

### **b. Medición y ensayos de la instalación**

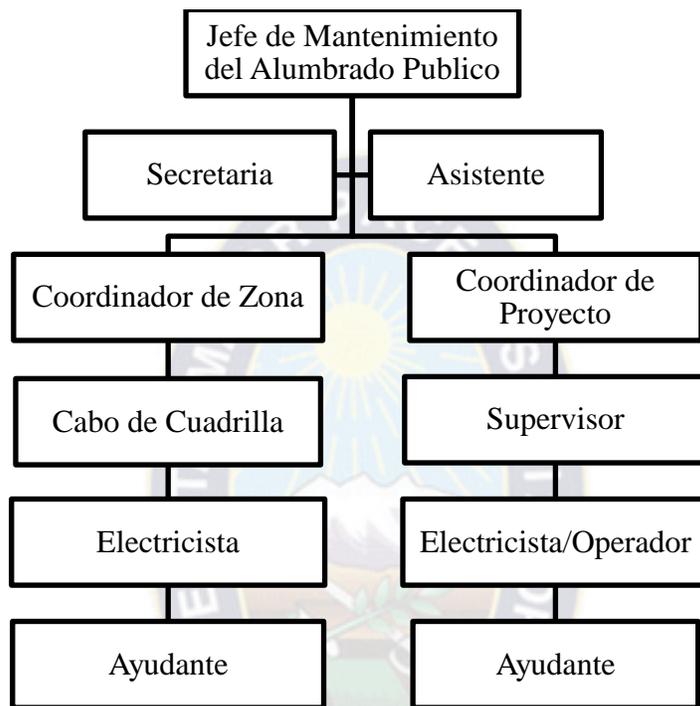
En esta etapa de la supervisión se recurre al uso de instrumentos para verificar:

- Continuidad de los conductores, de la puesta a tierra y de las Protecciones.
- Verificación de polaridades.
- Ensayos de tensión.
- Ensayos de funcionamiento.

Los ensayos o pruebas mencionadas anteriormente, además de detectar la falla o asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas de las luminarias, están destinados a proteger al operador evitando que corra riesgos de quedar sometido a tensiones peligrosas por contacto directo e indirecto.

### 3.14. PLAN ADMINISTRATIVO DEL ALUMBRADO PUBLICO

El departamento de alumbrado público de la localidad de Caracollo no cuenta con una adecuada administración del alumbrado público, por tal razón se plantea un organigrama donde se muestra un mejor funcionamiento administrativo del alumbrado público.



A continuación se muestra las funciones que realiza cada uno de los miembros del departamento de alumbrado público.

#### **JEFE DE MANTENIMIENTO**

- Vigila normas, procedimientos y control de operación.
- Aplicación de estudio y procedimiento para el ahorro de energía.
- Revisa y analiza facturaciones mensuales de alumbrado.
- Plantea políticas, normas y procedimientos para la aplicación del mantenimiento correctivo del alumbrado público.
- Vigila la distribución de luminarias de acuerdo a las necesidades.

- Realiza proyectos en coordinación con obras públicas para la ampliación de alumbrado público.
- Apoya al personal en trámites y procedimientos administrativos.
- Programa el mantenimiento preventivo en los equipos de control y los transformadores de alumbrado público.
- Elabora solicitudes de equipos y accesorios eléctricos de acuerdo a las necesidades.

#### **ASISTENTE**

- Control de los reportes telefónicos, ordenes de trabajo y solicitudes de luminarias.
- Elaboración de formatos y documentos administrativos.
- Control de archivo del departamento.

#### **SECRETARIA**

- Captura los reportes telefónicos, ordenes de trabajo y solicitudes de luminarias.
- Atención a los ciudadanos que vienen a realizar su reporte.
- Atención al ciudadano que hace su reporte vía teléfono.
- Elaboración de la tarjeta informativa de las actividades que se realizaron en el departamento.

#### **COORDINADOR DE ZONA**

- Recibe de su jefe de mantenimiento, las ordenes de trabajo e instrucciones laborales.
- Realiza recorridos a su área de trabajo, vigila y controla el funcionamiento correcto del alumbrado público de su zona.
- Realiza los informes correspondientes del estado actual de cada luminaria de su área asignada y lo entrega al jefe de departamento.
- Vigila y revisa que todos los trabajadores se realicen en completo orden y que se ejecuten con la mayor seguridad en sus procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.

## **COORDINADOR DE PROYECTOS**

- Elabora las propuestas para el mejoramiento del alumbrado público, en vialidades y parques.
- Lleva el seguimiento del censo de alumbrado público y realiza análisis para su mantenimiento y renovación de luminaria.
- Entrega cada semana los informes de los análisis realizados a los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo, a través de los formatos correspondientes a cada caso.

## **CABO DE CUADRILLA**

- Vigila que el personal bajo su mando use equipo de seguridad correctamente.
- Planea el trabajo a ejecutar.
- Elabora el reporte de actividades diarias.
- No permite laborar a quien no use su equipo de seguridad.

## **ELECTRICISTA**

- Revisa que su equipo de seguridad este en buen estado.
- Detecta la posible falla de luminaria.
- Rehabilita las luminarias correctamente.

## **AYUDANTE**

- Esta atento a cualquier llamado de sus superiores.
- Realiza funciones laborales que les encomienden sus superiores.
- Transporta la escalera de un lugar a otro.

## CAPITULO 4

### COSTOS

#### 4.1. COSTO DIRECTO

Los costos directos involucran directamente equipos y demás componentes del sistema de alumbrado público por el cual se realizara un análisis detallado de cada uno de sus componentes. A continuación en la tabla 4.1 se indica desde los valores unitarios hasta el valor total.

TABLA 4.1 COSTOS DIRECTOS

MATERIALES				
	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNIT. \$	TOTAL \$
1	Lámpara VSAP 400W	244	18.1	4,416.4
2	Lámpara VSAP 250W	144	17.1	2,462.4
3	Lámpara VSAP 150W	240	16.55	3,972
4	Lámpara VSAP 70W	86	16	1,376
5	Lámpara MH 150W	92	32.65	3,003.8
6	Fotocontrol	718	70	50,260
7	Luminaria vial	714	300	214,200
8	Luminaria de plazas	92	280	25,760
	TOTAL			305,450.6
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				
	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNIT. \$	TOTAL \$
1	Luxómetro	3	180	540
2	Multímetro de gancho	3	250	750
4	Escalera	3	200	600
5	Arnés	4	250	1,000
6	Casco	6	30	180
	TOTAL			3,070

MANO DE OBRA			
	DENOMINACION	SUELDO/MES \$	TOTAL \$
1	Cabo de Cuadrilla	500	6,000
2	Electricista	400	4,800
3	Chofer	300	3,600
4	Ayudante	300	3,600
TOTAL			18,000

#### 4.2. COSTO INDIRECTO

Estos costos no están vinculados de una manera directa en la ejecución del presente proyecto, dichos costos se describen a continuación.

TABLA 4.2 COSTO INDIRECTO

	DENOMINACIÓN	VALOR \$
1	Costo administrativo	1,200
2	Seguros	1,000
3	Servicio básico (agua, luz, telf.)	650
4	Fiscalizador	1,120
5	Imprevistos	900
6	Capacitación	1,200
TOTAL		6,070

#### 4.3. COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

##### Costo de operación

El costo de operación incluye al personal operativo y administrativo del alumbrado público.

TABLA 4.3 COSTO DE OPERACION

PERSONAL ADMINISTRATIVO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO MENS. \$	SUELDO ANUAL \$
Jefe de mantenimiento	1	1500	18,000
Secretaria	1	400	4,800
Coordinador de proyecto	1	800	9,600
Coordinador de Zona	1	800	9,600
TOTAL			42,000

### Costo de mantenimiento

Se considera costo de mantenimiento los costos que cubren el mantenimiento correctivo y preventivo del alumbrado público.

TABLA 4.4 COSTO DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT. \$	COSTO ANUAL \$
Cambio de lámparas	20	18.1	362
Cambio de fotocontrol	15	70	1,050
Reposición de poste	5	100	500
Cambio de luminaria	20	300	6,000
TOTAL			7912

### 4.4. COSTO DE OPORTUNIDAD

El costo de oportunidad se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra. Es aquel valor o utilidad que se sacrifica por elegir una alternativa A y despreciar una alternativa B. Tomar un camino significa que se renuncia al beneficio que ofrece el camino descartado.

En toda decisión que se tome hay una renunciación implícita a la utilidad o beneficios que se hubieran podido obtener si se hubiera tomado cualquier otra decisión. Para cada situación siempre hay más de un forma de abordarla, y cada forma ofrece una utilidad mayor o menor

que las otras, por consiguiente, siempre que se tome una u otra decisión, se habrá renunciado a las oportunidades y posibilidades que ofrecían las otras, que bien pueden ser mejores o peores.

En nuestro caso se realizara una comparación de las lámparas de vapor de sodio de alta presión, inducción electromagnética y led.

TABLA 4.5 COSTO DE OPORTUNIDAD

DESCRIPCION	VIDA UTIL (hora)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Lámpara de LED	50000-100000	10	2,000	20,000
Lámpara de Inducción	60000-100000	10	213	2,130
Lámpara VSAP	16000	10	18.1	181

Según los resultados mostrados, las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las más convenientes ya que el precio unitario de estas lámparas cuesta menos que las demás, pero la vida útil de estas lámparas es mucho menor que las de inducción y led, es ahí donde se toma una decisión, renunciando los beneficios que se hubiera podido obtener con cualquier otra decisión. Es así que las lámparas más convenientes a utilizar son las lámparas de vapor de sodio de alta presión por su temperatura de color (blanco - amarillo) el cual no dificulta la visibilidad a la existencia de la neblina, por tal razón estas lámparas son las más adecuadas para iluminación de calles y avenidas de la localidad de Caracollo.

#### 4.5. CONCLUSIONES

De la realización de este trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- La deficiente iluminación que tiene la localidad de Caracollo, hace de que algunas de las calles sean intransitables, por tal motivo se ha planteado las utilización de lámparas modernas las cuales satisfacen el nivel de iluminación tanto para calles, avenidas, plazas y parques.
- Según el cálculo luminotécnico que se hizo para las vías principales y secundarias se ha podido determinar la distancia entre postes, la altura de poste, etc.

- Para prevenir las fallas futuras de las luminarias se ha realizado un plan de mantenimiento preventivo, para así poder prevenir y evitar el mantenimiento correctivo.
- Al realizar el costo de oportunidad se ha podido comparar 3 tipos de lámparas las cuales son, de inducción magnética, de sodio de alta presión, y led. Por consiguiente la mejor opción de las lámparas es la de sodio de alta presión, esto por el bajo costo a comparación de las demás lámparas y otros factores en las que favorece a la localidad de Caracollo.

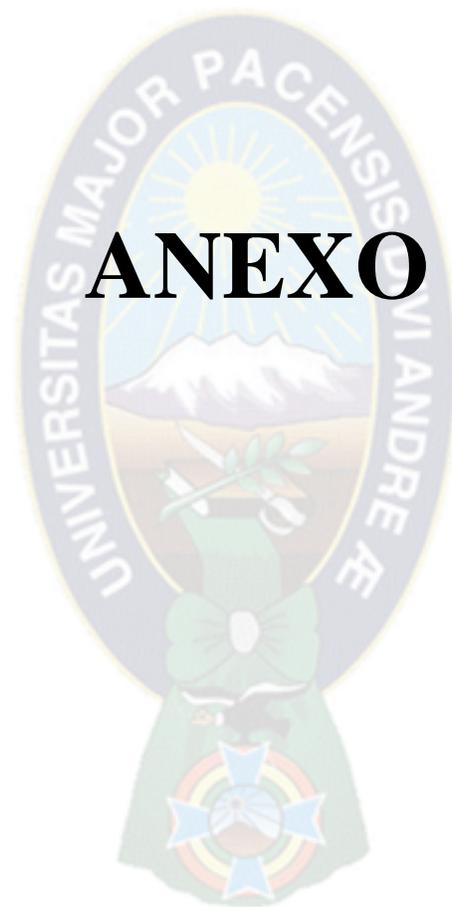
#### **4.6. RECOMENDACIONES**

Con base en el trabajo realizado me permito plantear las siguientes sugerencias.

- La Alcaldía Municipal de Caracollo deberá incluir en los planes operativos anuales el correspondiente presupuesto al rubro de alumbrado público para que el proyecto sea sostenible a largo plazo.
- Se deberá contar con una unidad especializada para la administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público.
- Se deberá implementar un sistema de información automatizada, que permita contar con datos precisos y actualizados sobre el sistema de alumbrado público de toda la localidad de Caracollo, especificando características de las luminarias, su ubicación tanto en vías principales y secundarias, o por zonas. Al mismo tiempo se deberá contar con planos del alumbrado público permanentemente actualizado.
- Se deberá implementar mecanismos de información y concientización a la población beneficiada, para promover su compromiso de coadyuvar y velar el buen servicio de alumbrado público.
- Los recursos captados por tasa de alumbrado público, deberán ser destinados en su totalidad al rubro de alumbrado público y no deberán ser destinados a otros fines.

## Bibliografía

- Alcalde San Miguel, P. (2011). *Electrotecnia*. Madrid - España: Paraninfo.
- Energía, M. d. (2010). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público*. Colombia: RETILAP.
- Enriquez Harper, G. (2005). *Manual Práctico del Alumbrado*. Mexico: Limusa.
- García Trasancos, J. (2004). *Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión*. Madrid: España.
- Investigaciones Eléctricas, I. (1981). *Manual del Alumbrado Público*. Mexico: Comisión Federal de Electricidad.
- Martínez Domínguez, F. (2004). *Instalaciones Eléctricas de Alumbrado e Industrial*. Madrid - España: Paraninfo.
- Moreno Alfonso, N., & Cano González, R. (2004). *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*. Barcelona - España: Paraninfo y S.A.
- Ramírez Vázquez, J. (1974). *Luminotecnia*. Barcelona - España: Ceac.
- Sanz Serrano, J. L., & Toledano Gasca, J. C. (2005). *Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas de Media Y Baja Tensión*. Madrid - España: Paraninfo.
- Westinghouse. (1980). *Manual del Alumbrado*. Madrid - España: Dossat.



# ANEXO

## ANEXO N°1 Curva de Utilización

Figura 1 Curva de Utilización de 70 W

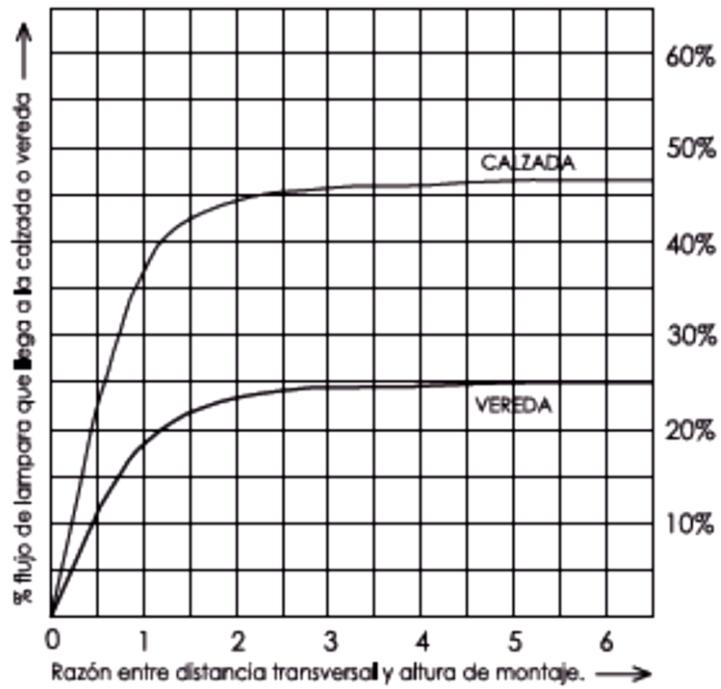


Figura 2 Curva de Utilización de 100 W

## COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

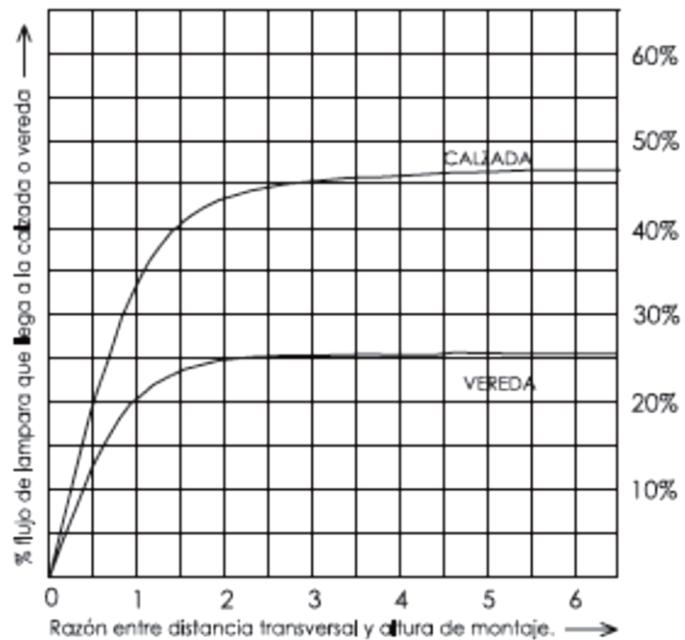


Figura 3 Curva de Utilización de 150 W

## COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

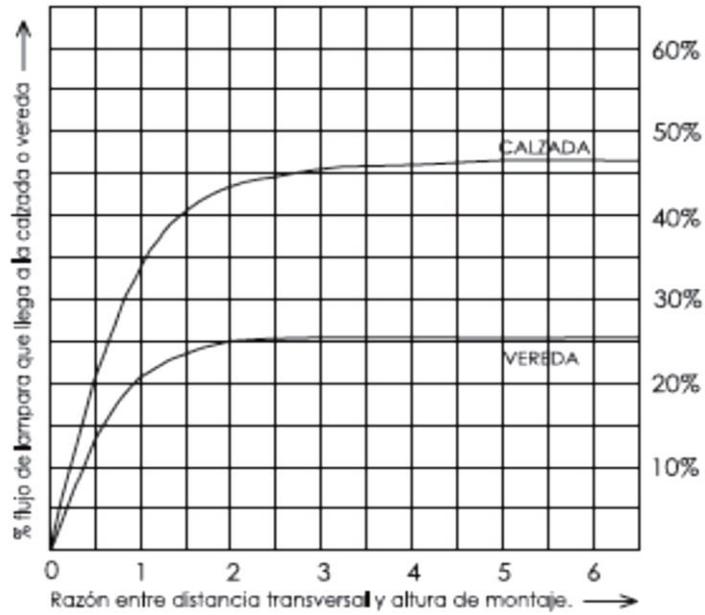


Figura 4 Curva de Utilización de 250 W

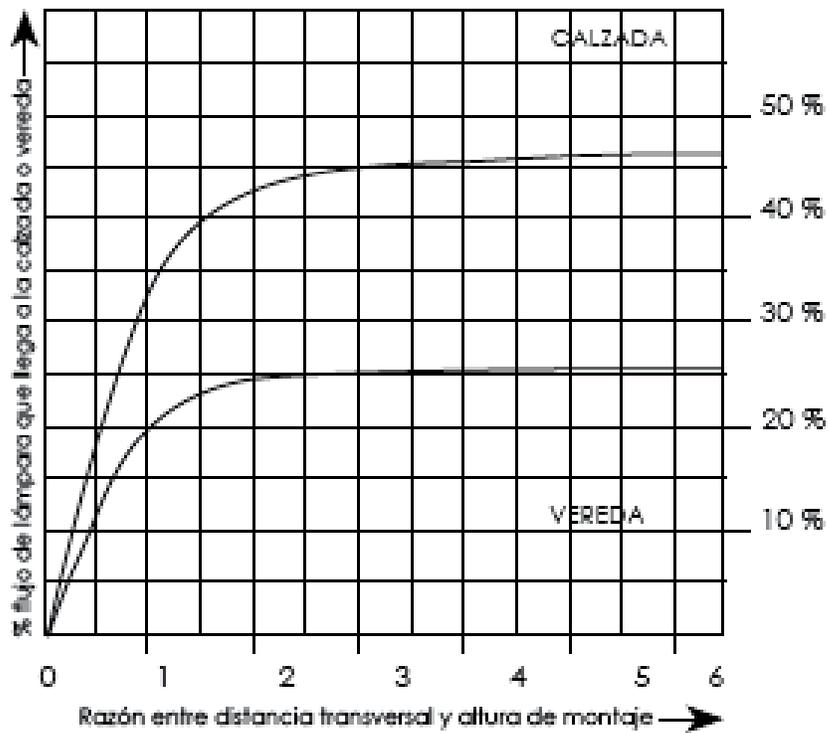
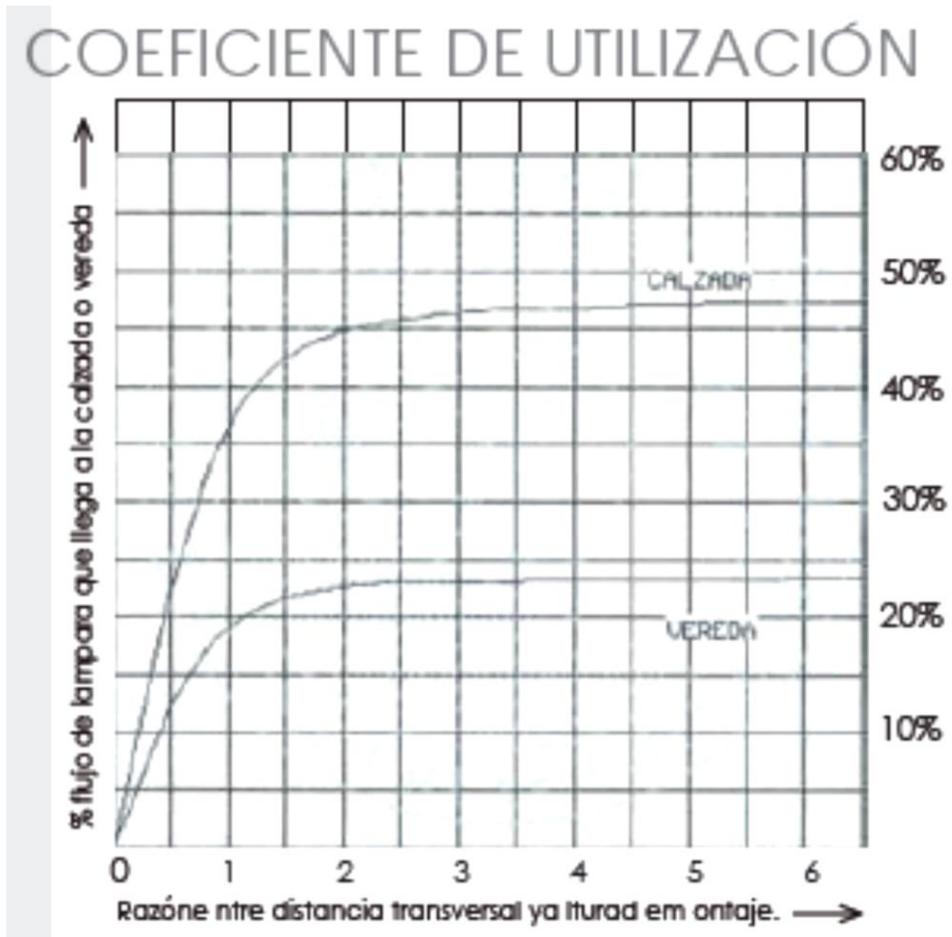


Figura 5 Curva de Utilización de 400 W

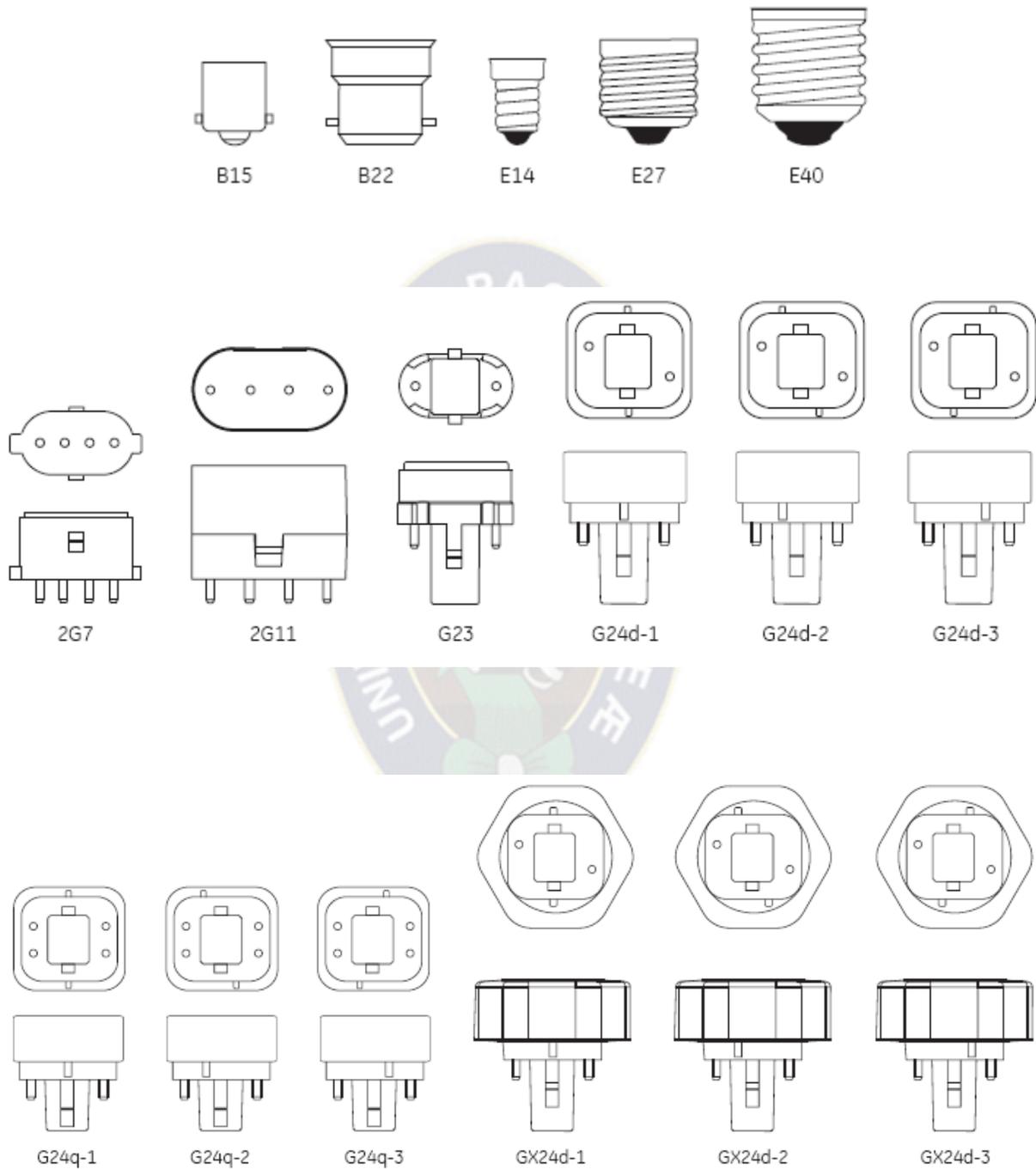


Fuente: [www.aladdin.cl](http://www.aladdin.cl)



## ANEXO N°2

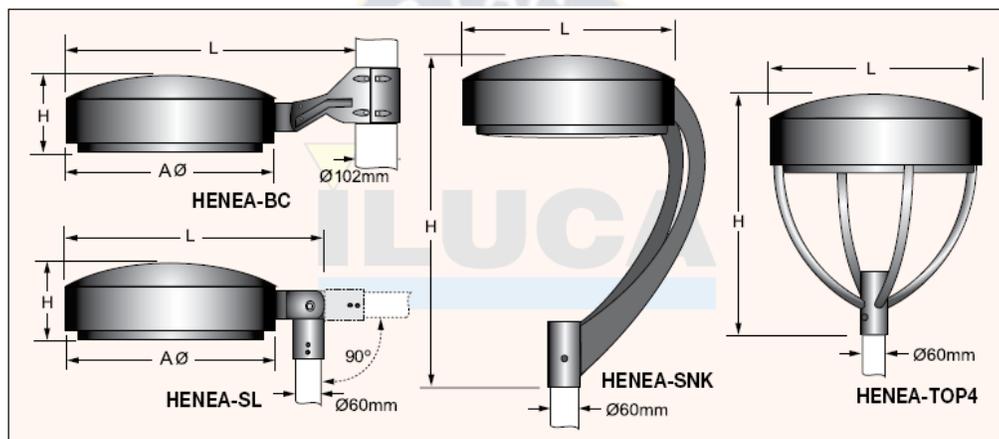
### Tipos de Casquillo



Fuente: [www.gelighting.com](http://www.gelighting.com)

## ANEXO N°3

### Datos Técnicos de la Luminaria Ornamental



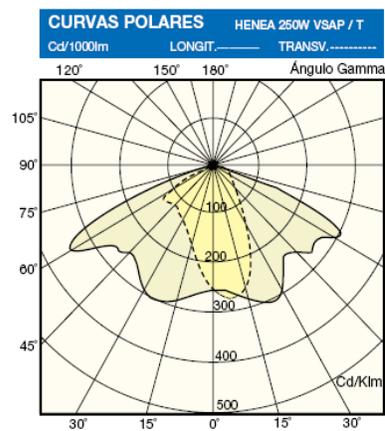
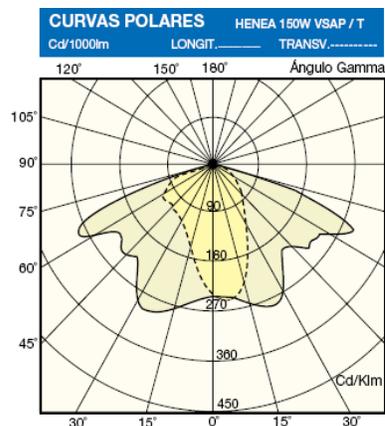
DIMENSIONES (mm)

MODELO	L	A Ø	H	DIFUSOR	Sv <sub>l</sub>	Kg*	U. emb.
HENEA-BC	765	526	200	Vidrio Plano	0,115m <sup>2</sup>	13,4	1
HENEA-SL	670				0,095m <sup>2</sup>	9,8	
HENEA-SNK	526		910		0,166m <sup>2</sup>	17,1	
HENEA-TOP4	526		610		0,118m <sup>2</sup>	17,8	



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

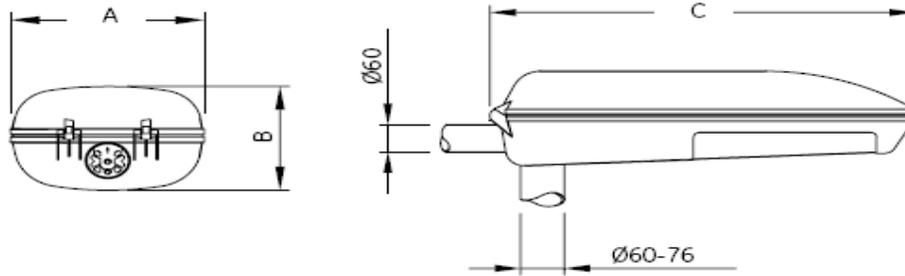
- Armadura principal en acero cincado y acabado epoxi poliéster Gris Sablé.
- Marco y cubierta superior en chapa de aluminio de mismo acabado. Permite el acceso a la lámpara y al equipo eléctrico montada sobre placa metálica fijada a la armadura principal.
- Reflector de aluminio (99,85%) de una sola pieza, oxidado anódicamente, con configuración especial para optimizar el rendimiento lumínico. Distribución viaria asimétrica.
- Vidrio plano templado de 5mm de espesor. Junta en silicona.
- Óptica contra la contaminación lumínica.
- Portalámparas de cerámica E40; regulable horizontal y verticalmente.
- Tres opciones de fijación bajo demanda: HENEA-SL, lateral regulable con rótula y acople a columna, HENEA-BC, lateral fija con brida en fundición de Al., y HENEA-SNK y TOP4, vertical a columna recta.
- Suministro sin lámpara; alojamiento para equipo auxiliar VMCC 250w, VSAP 150-400w, VMH 150-400w. Admite equipos de Doble Nivel de potencia. Para 400w, solo lámparas tubulares.
- Equipo eléctrico a 230v/50Hz. Consultar otras opciones.
- Fácil Mantenimiento: Apertura de la cubierta superior, abatible. Bandeja portaequipos interior, extraíble.



## DATOS TÉCNICOS

DIFUSOR	LÁMPARA	PORTALÁMP.	POTENCIA LÁMPARA (W)	CORRIENTE LÁMPARA (A)	CÓDIGO ILUCA	DISTRIBUCIÓN LUMINOSA	
VIDRIO PLANO		E-40	250w VM	2,15A	AP-2852	ASIMÉTRICA	
			250w VM / DN	2,15A	AP-2857		
			150w VSAP	1,8A	AP-2853		
			150w VSAP / DN	1,8A	AP-2858		
				250w VSAP	3,0A		AP-2854
				250w VSAP / DN	3,0A		AP-2859
				400w VSAP	4,45A		AP-2860
	150w VMH	1,8A	AP-2855				
	250w VMH	3,0A	AP-2856				
	400w VMH	3,5A	AP-2861				

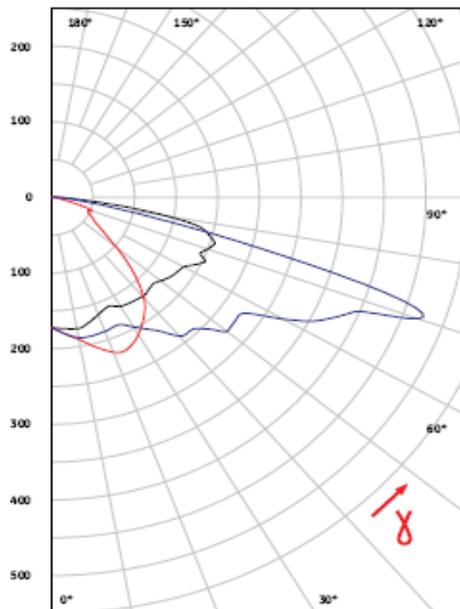
## Dimensions (mm)



Type	A (mm)	B (mm)	C (mm)
EURO-7	251	366	855
EURO-2	205	318	743

## Photometric data

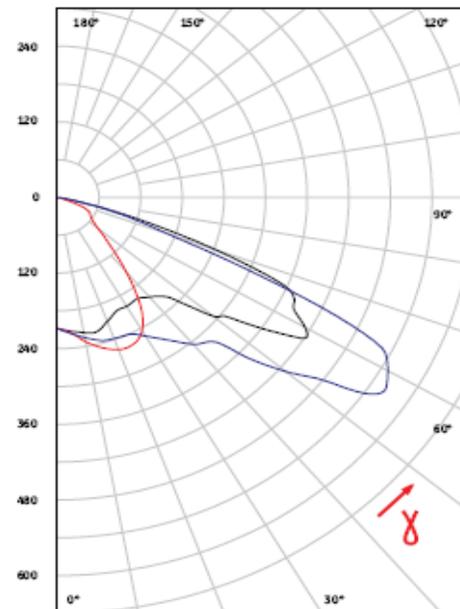
EURO-7/VHPS600  
POS. PORTA. 1-C



Intensity in the vertical plane, in candela per 1000 lumens

LONGITUDINAL   
 TRANSVERSAL   
 PRINCIPAL 

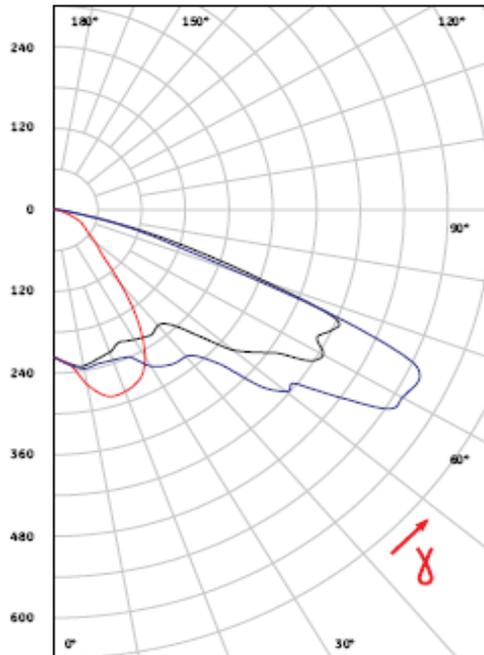
EURO-2/VHPS250  
POS. PORTA. 2-A



Intensity in the vertical plane, in candela per 1000 lumens

LONGITUDINAL   
 TRANSVERSAL   
 PRINCIPAL 

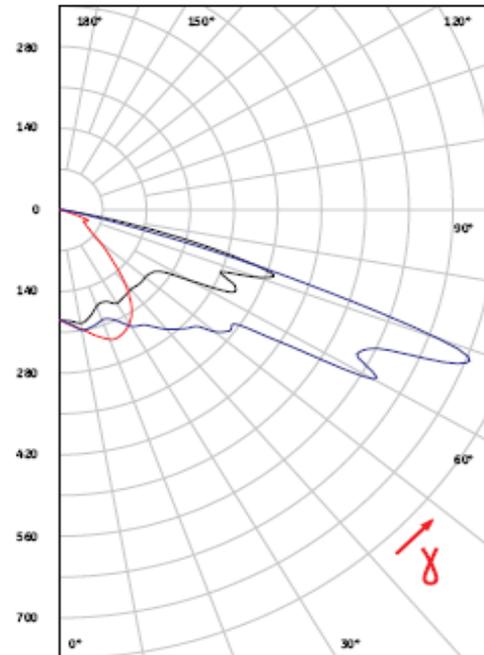
EURO-2/VHPS150  
POS. PORTA. 5-A



Intensity in the vertical plane, in candela per 1000 lumens

LONGITUDINAL ———  
TRANSVERSAL ———  
PRINCIPAL ———

EURO-7/VHPS400  
POS. PORTA. 2-B



Intensity in the vertical plane, in candela per 1000 lumens

LONGITUDINAL ———  
TRANSVERSAL ———  
PRINCIPAL ———

## EURO-7

CEI 34.21 / EN 60598 - 50Hz - Class I - IK09  
Optic IP66 - Control gear IP44  
Luminaire supplied without lamp

Description	Lamp	Weight (kg)	Product code
EURO-7 HPS 250W	LU250/T/40	14.40	88027
EURO-7 HPS 250W RC	LU250/T/40	14.85	519740
EURO-7 HPS 400W RC	LU400/T/40	17.55	519741
EURO-7 HPS 400W	LU400/T/40	17.10	88028
EURO-7 HPS 600W	LU600/XO/T/40	18.90	88029
EURO-7 CMH 150 T U	CMH150/TT/UVC/830/E40	13.50	519737
EURO-7 CMH 250 T U	CMH250/TT/UVC/U/830/E40	14.40	519738
EURO-7 CMH 400 T HOR	CMH400/TT/UVC/U/830/E40	17.10	519739

Options: RC - Bi power system  
C2 - Class II

## EURO-2

CEI 34.21 / EN 60598 – 50Hz – Class I – IK09  
 Optic IP66 – Control gear IP44  
 Luminaire supplied without lamp

Description	Lamp	Weight (kg)	Product code
EURO-2 HPS 50W	LU50/85/MO/T/E27	9.00	519723
EURO-2 HPS 70W	LU 70/90/MO/T/E27	9.00	519724
EURO-2 HPS 70W RC	LU70/90/T12/27	10.00	519730
EURO-2 HPS 100W	LU100/100/XO/T/40	9.45	519725
EURO-2 HPS 100W RC	LU100/100/XO/T/40	10.00	519731
EURO-2 HPS 150W	LU150/100/40	10.80	519726
EURO-2 HPS 150W RC	LU150/100/40	11.70	519732
EURO-2 HPS 250W	LU250/T/40	12.15	519727
EURO-2 HPS 250W RC	LU250/T/40	12.60	519733
EURO-2 CMH 150	CMH150/T/UVC/830/E40	10.80	519728
EURO-2 CMH 250	CMH250/TT/UVC/U/830/E40	12.15	519729

Options: RC – Bi power system  
 C2 – Class II  
 EB – Electronic ballast



## ANEXO N°4 Datos Técnicos

Tabla 1 Dato técnico de la lámpara mercurio

Forma	Denominación	Características eléctricas							Características luminosas							Dimensiones				Temperatura admisible en el borde del casquillo (máximo) °C	Posición de funcionamiento
		Tensión de red	Tensión	Tensión de extinción del arco	Intensidad	Potencia	Potencia con balasto (aproximadamente)	Condensador de compensación a 50 Hz para $\cos \alpha = 0,85$	Flujo luminoso	Rendimiento luminoso	Rendimiento luminoso con balasto	Luminancia	Temperatura de color similar	Color de luz	Índice de reproducción cromática	Diámetro	Longitud (máx.)	Casquillo			
Elip-soidal	HQL 50 W	220	95	< 198	0,6	50	59	7	2000	40	34	4	4200	nw	50	55	130	E27	250	cuallq	
	HQL 80 W	220	115	< 198	0,8	80	89	8	3800	48	43	5	4100	nw	50	70	156	E27	250	cuallq	
	HQL 125 W	220	125	< 198	1,15	125	137	10	6300	50	46	7	4000	nw	49	75	170	E27	250	cuallq	
	HQL 250 W	220	130	< 198	2,15	250	266	18	13500	54	51	10	3900	nw	46	90	226	E40	250	cuallq	
	HQL 400 W	220	135	< 198	3,25	400	425	25	23000	58	54	11	3800	nw	44	120	290	E40	250	cuallq	
	HQL 700 W	220	140	< 198	5,4	700	735	40	40000	57	54	13	3550	nw	43	150	343	E40	250	cuallq	
HQL 1000 W	220	145	< 198	7,5	1000	1045	60	55000	55	53	15	3550	nw	43	165	380	E40	250	cuallq		
Parabólica con reflector	HQL R 250 W	220	130	< 198	2,15	250	266	18	11500	46	43	---	3500	nw	48	165	260	E40	250	cuallq	
	HQL R 400 W	220	135	< 198	3,25	400	245	25	20500	51	48	---	3550	nw	46	180	300	E40	250	cuallq	
Elip-soidal	HQL 50W DE LUXE	220	90	< 198	0,6	50	59	7	2000	40	34	4	3500	vw	55	55	130	E27	250	cuallq	
	HQL 80W DE LUXE	220	115	< 198	0,8	80	89	8	3850	48	43	4	3400	vw	55	70	156	E27	250	cuallq	
	HQL 125W DE LUXE	220	125	< 198	1,15	125	137	10	6500	52	47	7	3350	vw	54	75	170	E27	250	cuallq	
	HQL 250W DE LUXE	220	130	< 198	2,15	250	266	18	14000	56	53	10	3300	vw	51	90	226	E40	250	cuallq	
HQL 400W DE LUXE	220	135	< 198	3,25	400	425	25	24000	60	56	11	3200	vw	49	120	290	E40	250	cuallq		
Esférica	HQL B 50W DE LUXE	220	95	< 198	0,6	50	59	7	1750	35	30	< 1,3	2900	vw	60	126	190	E27	250	cuallq	
	HQL B 80W DE LUXE	220	115	< 198	0,8	80	89	8	3000	34	34	< 1,2	2900	vw	60	126	190	E27	250	cuallq	
Parabólica con reflector	HQL R 80W DE LUXE	220	115	< 198	0,8	80	89	8	3000	34	34	---	3500	vw	56	125	168	E27	250	cuallq	
	HQL R 125W DE LUXE	220	125	< 198	1,15	125	137	10	5000	36	36	---	3400	vw	56	125	168	E27	250	cuallq	
Elip-soidal	HQV 125 (1)	220	125	< 198	1,15	125	137	10	---	---	---	---	---	---	---	75	170	E27	250	cuallq	

Tabla 2 Datos técnicos de la lámpara de Halogenuro Metálico

Forma	Denominación	Características eléctricas						Características luminosas								Dimensiones			Temperatura admisible en el borde del casquillo (máximo) °C	Posición de funcionamiento
		Tensión de red	Tensión	Tensión de extinción del arco	Intensidad	Potencia	Potencia con balasto (aproximadamente)	Condensador de compensación a 50 Hz para cos $\alpha$ 0,85	Flujo luminoso	Rendimiento luminoso lm/W	Rendimiento luminoso con balasto lm/W	Luminancia cd/cm <sup>2</sup>	Temperatura de color similar	Color de luz	Índice de reproducción cromática	Díametro	Longitud (máx.)	Casquillo		
Elipsoidal	HQI-E 250 W/NDL	220	100±15	<198	3,0	250	275	32	18000	72	65	18	4300	nw	85	90	226	E40	250	h150
	HQI-E 250 W/D	220	100±10	<198	3,0	250	275	32	17000	68	65	15	5200	tw	90	90	226	E40	250	h150
	HQI-E 400 W/DH	220	120±10	<198	3,5	360	385	35	24000	67	62	11	5900	tw	85	120	292	E40	250	p45
	HQI-E 400 W/DV	220	120±12	<198	3,5	360	385	35	26000	72	68	10	5800	tw	85	120	292	E40	250	p45
	HQI-E 1000 W/N	220	135±12	<198	8,2	1000	1000	70	80000	80	77	23	4700	nw	60	165	380	E40	250	b
Parabólica con reflector	HQI-R 250 W/NDL	220	100±15	<198	3,0	250	275	32	15000	60	55	-	4300	nw	90	125	180	E40	250	h150
Tubular	HQI-T 250 W/NDL	220	100±10	<198	3,0	250	275	32	20000	80	73	1150	4300	nw	85	46	220	E40	250	h150
	HQI-T 250 W/D	220	100±10	<198	3,0	250	275	32	19000	76	69	1100	5400	tw	90	46	220	E40	250	h150
	HQI-T 400 W/DH	220	120±12	<198	3,5	360	385	35	25000	70	65	650	5900	tw	85	46	285	E40	250	p45
	HQI-T 400 W/DV	220	120±12	<198	3,5	360	385	35	28000	78	73	750	5900	tw	85	46	285	E40	250	p45
	HQI-T 1000 W/D	220	125±10	<198	9,5	1000	1040	85	80000	80	77	810	8000	tw	93	80	340	E40	250	p60
	HQI-T 2000 W/D	380	230±25	<340	10,3	2000	2080	60	170000	85	82	920	8000	tw	93	100	430	E40	250	p60
	HQI-T 2000 W/N	380	245±25	<340	8,8	2000	2070	37	190000	95	82	530	4500	tw	60	100	430	E40	250	b
	HQI-T 3500 W/D	380	220±30	<340	18,0	3500	3850	100	300000	86	82	880	6000	tw	93	100	430	E40	250	p60
Sofito	HQI-TS 250 W/NDL	220	100±10	<198	3,0	250	275	32	20000	80	73	1600	4300	nw	85	24	162	Fc2	250	p45
	HQI-TS 250 W/D	220	100±10	<198	3,0	250	275	32	19000	76	69	1500	5200	tw	93	24	162	Fc2	250	p45
	HQI-TS 400 W/D	220	120±12	<198	3,5	360	385	35	25000	69	65	760	5600	tw	90	30	205	Fc2	250	p45
	HQI-TS 1000 W/D	220	120±12	<198	9,5	1000	1050	85	90000	90	86	1200	5500	tw	93	36	260	Fc2	250	p45
	HQI-TS 2000 W/D	380	230±25	<340	10,3	2000	2080	60	170000	85	82	920	6000	tw	93	100	490	E40	250	p45
	HQI-TS 3500 W/D	380	220±30	<340	18,0	3500	3650	100	300000	86	82	880	6000	tw	93	100	490	E40	250	p60

Tabal 3 Datos técnicos de la lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión

Forma	Denominación	Características eléctricas						Características luminosas						Dimensiones		Longitud (máx.)	Casquillo	Temperatura admisible en el borde del casquillo (máximo)	Posición de funcionamiento			
		Tensión de red	Tensión	V	Tensión de extinción del arco	Intensidad	Potencia	Potencia con balasto (aproximadamente)	Necesita aparato de encendido	Condensador de compensación a 50 Hz para $\cos \alpha = 0,85$	Flujo luminoso	Rendimiento luminoso	Rendimiento luminoso con balasto	Luminancia	Temperatura de color similar					Color de luz	Índice de reproducción cromática	Rg
Elipsoidal	NAV-E 50 W	220	85	<198	0,78	50	62	NO	8	3300	66	53	4	2000	ww	20	20	70	156	E27	250	Cualquiera
	NAV-E 70 W	220	90	<198	1,00	70	82	NO	12	5800	83	71	7	2000	ww	20	20	70	156	E27	250	Cualquiera
	NAV-E 150 W	220	100	<198	1,8	150	170	SI	20	14000	93	82	10	2000	ww	20	20	90	226	E40	250	Cualquiera
	NAV-E 210 W (*)	220	117	<198	2,25	210	232	NO	18	18000	86	78	13	2000	ww	20	20	90	226	E40	250	Cualquiera
	NAV-E 250 W	220	100	<198	3,0	250	275	SI	32	25000	100	91	19	2000	ww	20	20	90	226	E40	250	Cualquiera
	NAV-E 350 W (*)	220	125	<198	3,45	350	375	NO	25	34000	97	91	16	2000	ww	20	20	120	290	E40	250	Cualquiera
	NAV-E 400 W	220	105	<198	4,4	400	450	SI	50	47000	118	104	22	2000	ww	20	20	120	290	E40	250	Cualquiera
	NAV-E 1000 W	220	115	<198	10,3	1000	1090	SI	100	12000	120	110	30	2000	ww	20	20	165	400	E40	250	Cualquiera
Tubular	NAV-T 150 W	220	100	<198	1,8	150	170	SI	20	14500	97	85	300	2000	ww	20	20	46	211	E40	250	Cualquiera
	NAV-T 250 W	220	100	<198	3,0	250	275	SI	32	25000	102	93	400	2000	ww	20	20	46	257	E40	250	Cualquiera
	NAV-T 400 W	220	105	<198	4,4	400	450	SI	50	48000	120	107	580	2000	ww	20	20	46	285	E40	250	Cualquiera
	NAV-T 100 W	220	115	<198	10,3	1000	1090	SI	100	13000	130	119	600	2000	ww	20	20	65	400	E40	250	Cualquiera
Sofito	NAV-TS 250 W	220	100	<198	3,0	250	275	SI	32	25500	102	93	400	2000	ww	20	20	23	206	Fc2	250	p45
	NAV-TS 400 W	220	105	<198	4,4	400	450	SI	50	48000	120	107	550	2000	ww	20	20	23	206	Fc2	250	p45

## ANEXO N°5

### Especificación Técnica de Postes Metálicos

POSTES METÁLICOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO								
Descripción	Longitud (mm)	Diámetro de la cima (mm)	Diámetro de la base (mm)	Espesor de lámina (mm)	Placa de la Base			Diámetro de los huecos (mm)
					Espesor (mm) "C"	Lado (mm) "B"	Distancia entre huecos (mm) "A"	
Poste metálico 9 m	9 000	127	190	3	12	400	300	22
Poste metálico 10 m	10 000	127	190	3	12	400	300	22
Poste metálico 12 m	12 000	127	195	3	12	400	300	22
Poste metálico 14 m	14 000	127	250	3	19	500	400	24
Poste metálico 16 m	16 000	140	250	4	19	500	400	24
Poste metálico 16 m con canasta	16 000	185	276	4	19	500	400	24

POSTES METÁLICOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO ANCLAJE A LA BASE						
Descripción	PERNO DE ANCLAJE				BASE DE CONCRETO	
	Diámetro del perno mm(pulg.)	Distancia entre pernos (mm) "A"	Longitud del perno (mm) "L1"	Longitud doblada (mm)	Profundidad H1(mm)	Lado D (mm)
Poste metálico 9 m	19 (3/4")	300	1200	100	1100	450
Poste metálico 10 m	19 (3/4")	300	1200	100	1100	450
Poste metálico 12 m	19 (3/4")	300	1500	150	1300	450
Poste metálico 14 m	22(7/8")	400	1500	200	1300	550
Poste metálico 16 m	22(7/8")	400	1500	200	1300	700
Poste metálico 16 m con canasta	22(7/8")	400	1500	200	1300	700

**NOTA:**  
Los pernos y tuercas deben cumplir en cuanto sus roscas la norma ANSI/ASME B1.1 –1982

## ANEXO N°6 Calculo Luminotécnico con DIALux

Vía Principal Av. René Bernal

Calculo Luminotecnico

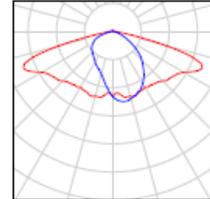
DIALux

20.05.2014

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Calculo Luminotecnico / Lista de piezas de las luminarias

6 Pieza Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W  
CON OR P3  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 33200 lm  
Potencia de las luminarias: 276.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 39 71 96 99 83  
Armamento: 1 x SON-TPP250W (Factor de corrección 1.000).



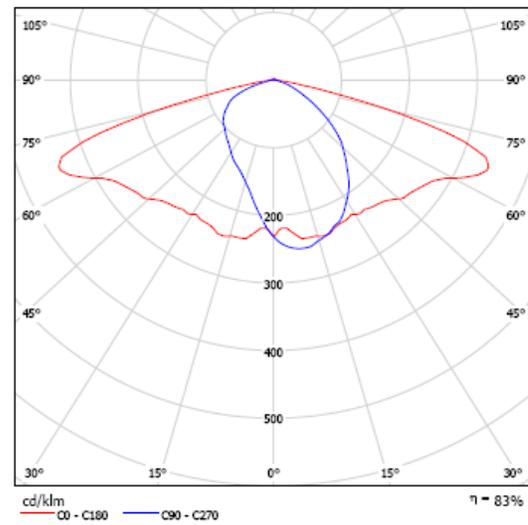
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 39 71 96 99 83

Emisión de luz 1:



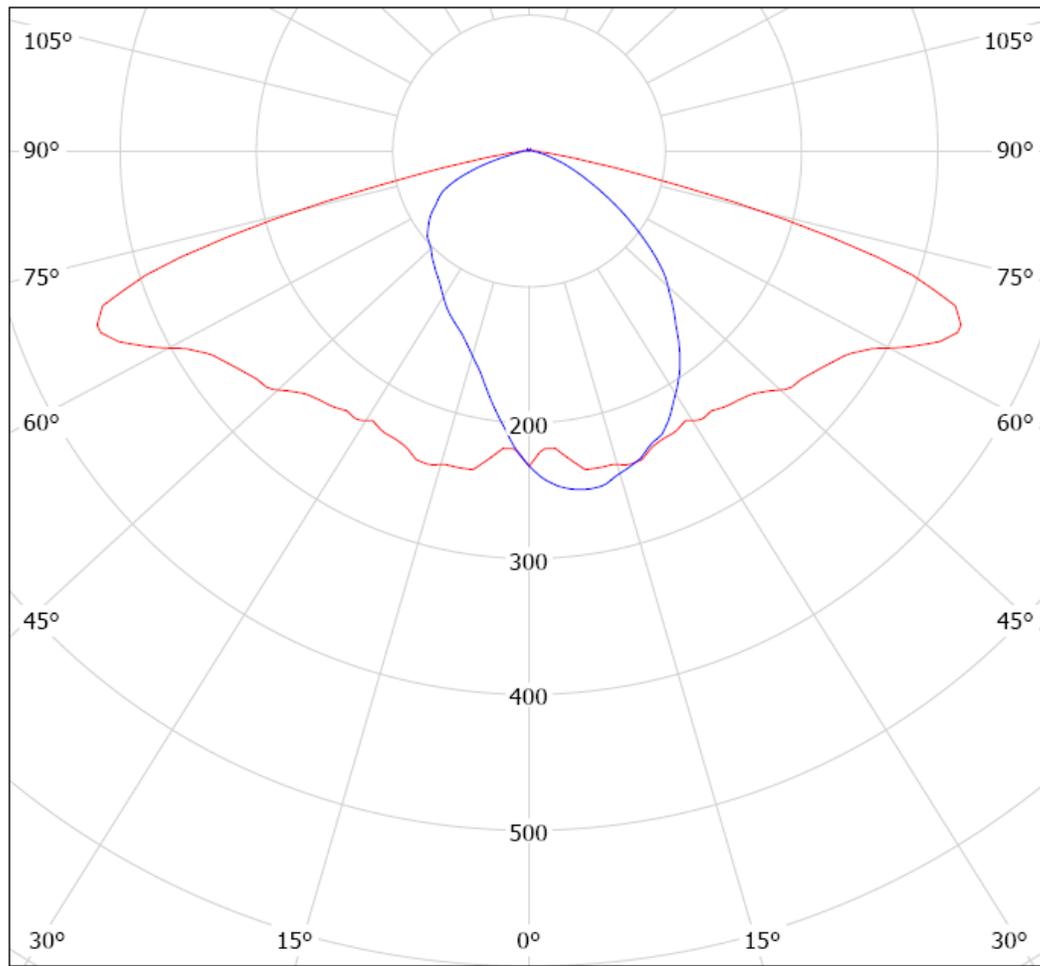
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3 / LKV (Polar)**

Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3  
Lámparas: 1 x SON-TPP250W



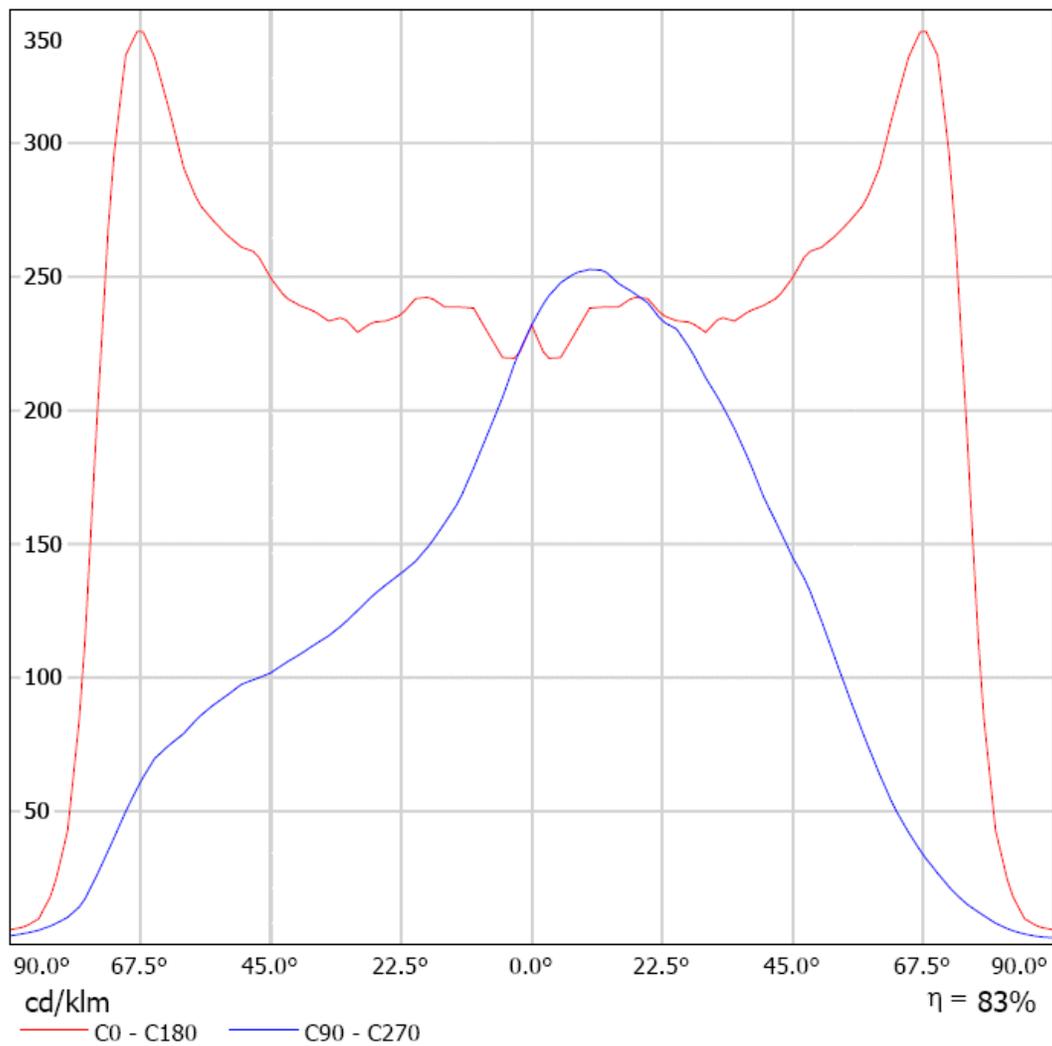
cd/klm  
— C0 - C180 — C90 - C270

$\eta = 83\%$

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3 / CDL (Lineal)**

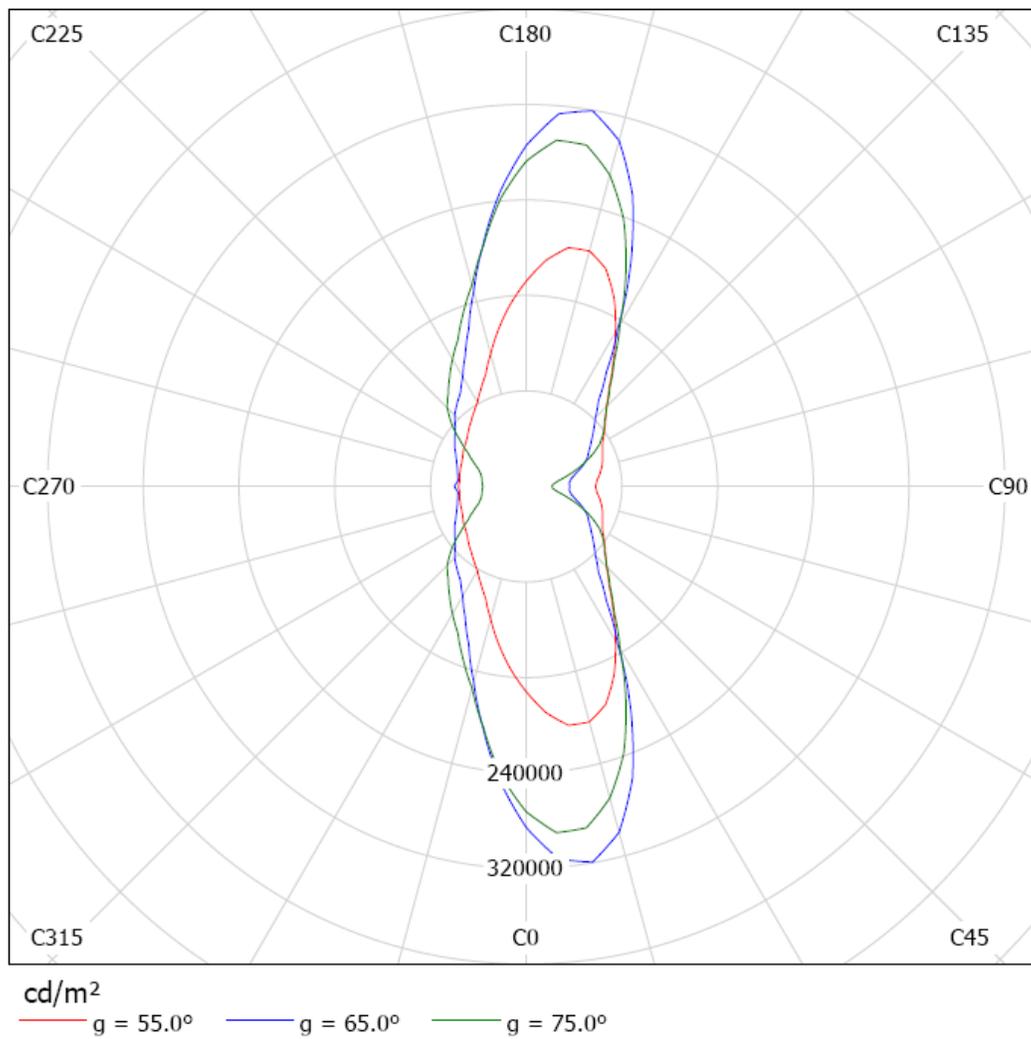
Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3  
Lámparas: 1 x SON-TPP250W



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3 / Diagrama de densidad lumínica**

Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3  
Lámparas: 1 x SON-TPP250W



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

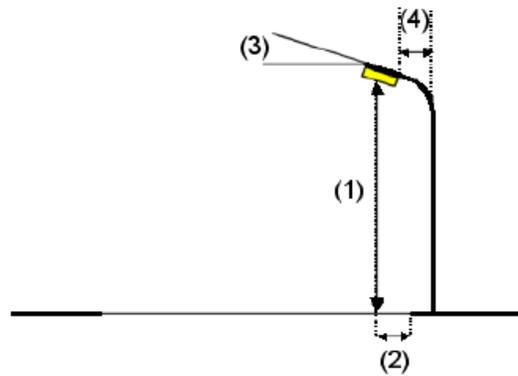
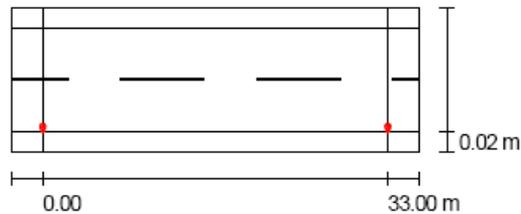
**Av. Rene Bernal / Datos de planificación**

**Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.80

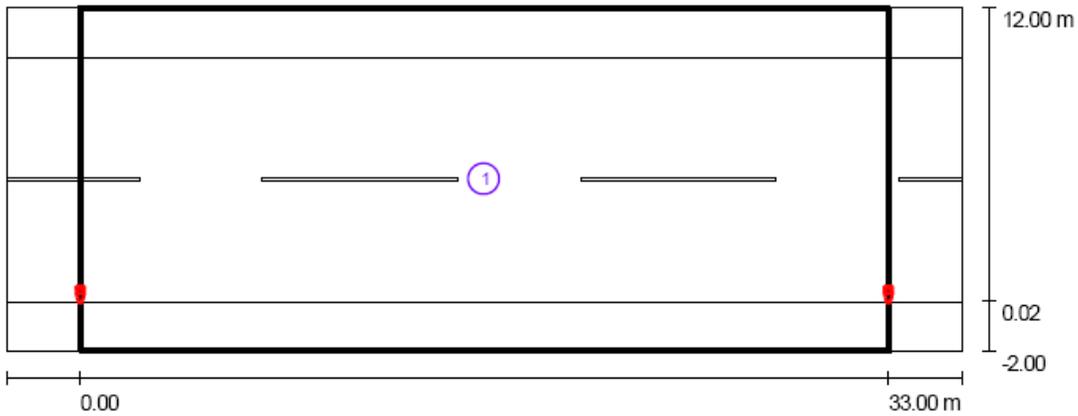
**Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	Philips Koffer2 SGP100 ACF 1xSON-TPP250W CON OR P3	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso de las luminarias:	33200 lm	con 70°: 375 cd/klm
Potencia de las luminarias:	276.0 W	con 80°: 119 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 22 cd/klm
Distancia entre mástiles:	33.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos
Altura de montaje (1):	9.956 m	especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas
Altura del punto de luz:	10.000 m	para el funcionamiento).
Saliente sobre la calzada (2):	0.500 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.
Inclinación del brazo (3):	10.0 °	La disposición cumple con la clase del índice de
Longitud del brazo (4):	2.000 m	deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Av. Rene Bernal / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:279

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1 & Camino peatonal 1 & Camino peatonal 2  
 Longitud: 33.000 m, Anchura: 14.000 m  
 Trama: 11 x 10 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1, Camino peatonal 1, Camino peatonal 2.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	30	0.4
Valores de consigna según clase:	$\geq 20$	$\geq 0.4$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



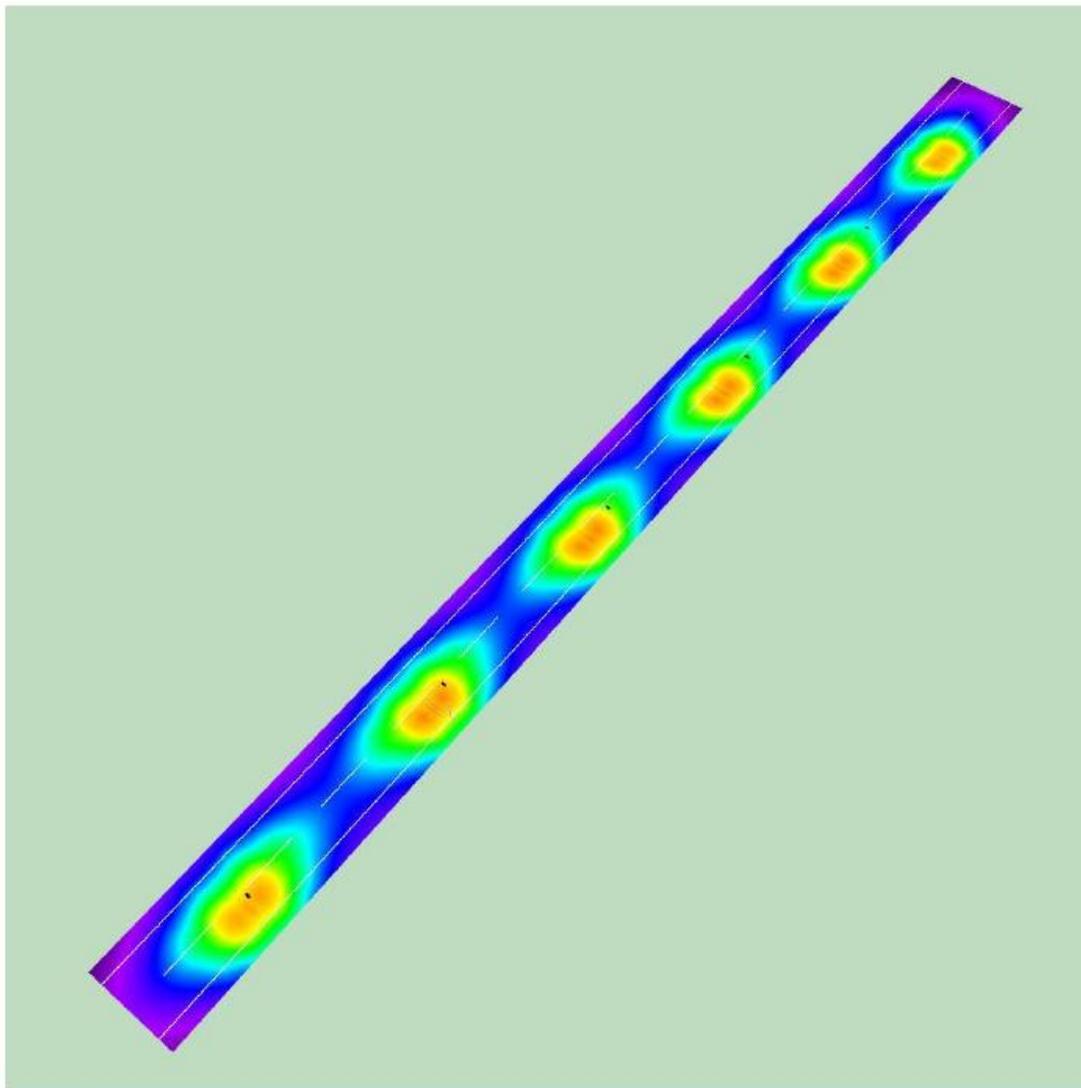
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Av. Rene Bernal / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Av. Rene Bernal / Rendering (procesado) de colores falsos

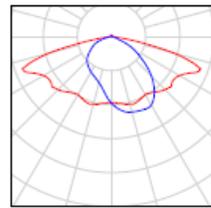


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Calculo Luminotecnico / Lista de piezas de las luminarias**

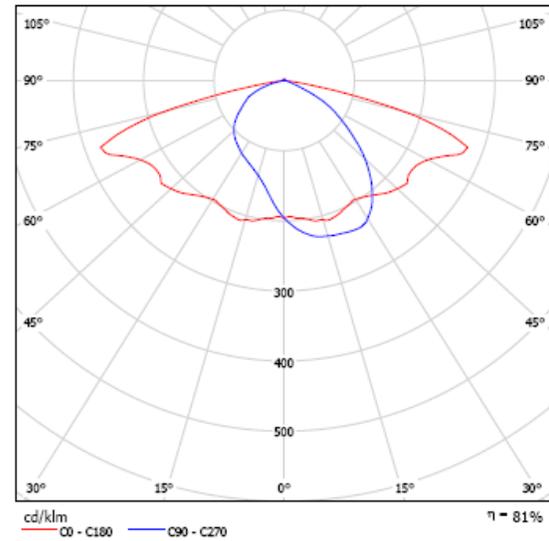
6 Pieza Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W  
CON OR P5  
Nº de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 169.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 38 71 96 100 81  
Armamento: 1 x SON-TPP150W (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 38 71 96 100 81

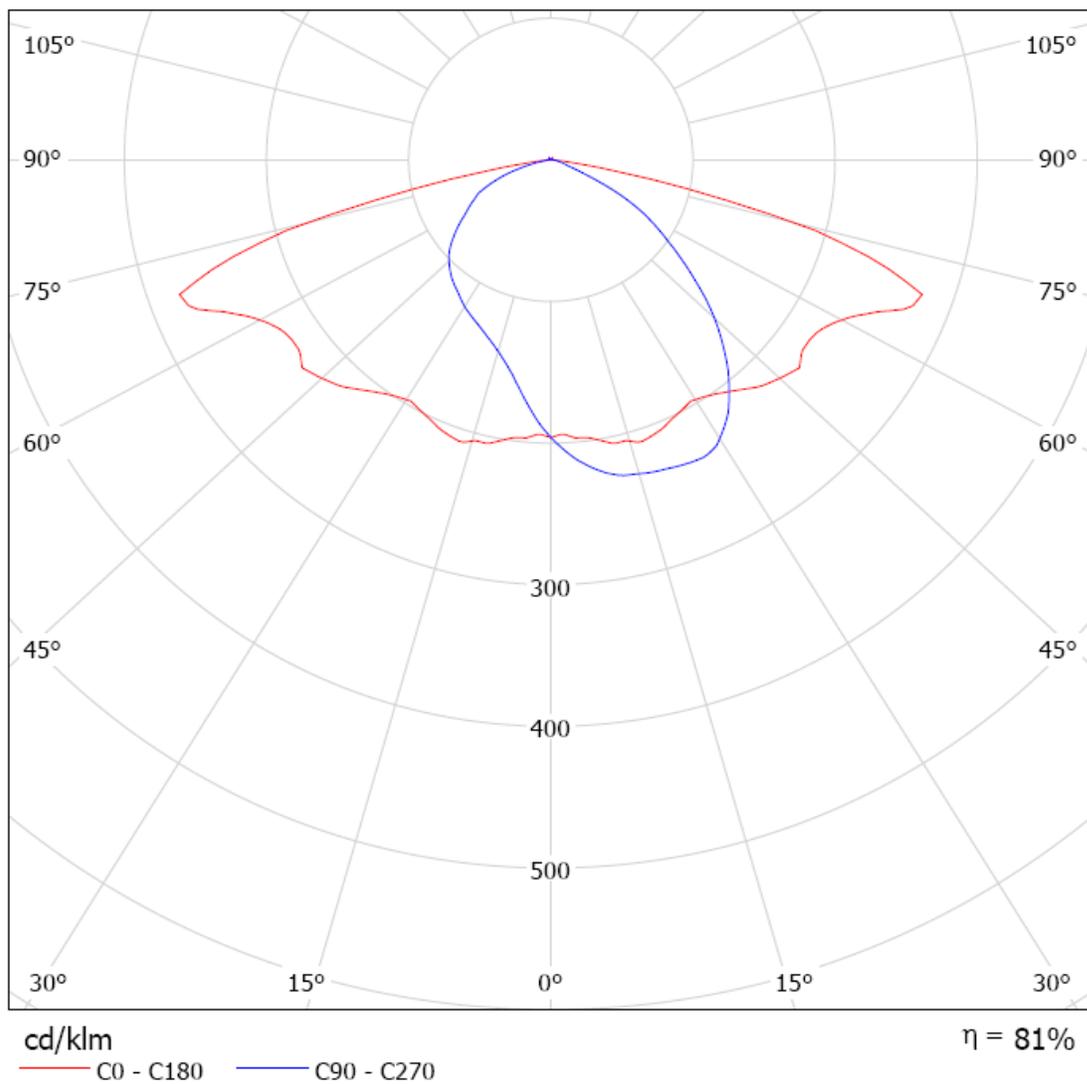
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5 / LKV (Polar)**

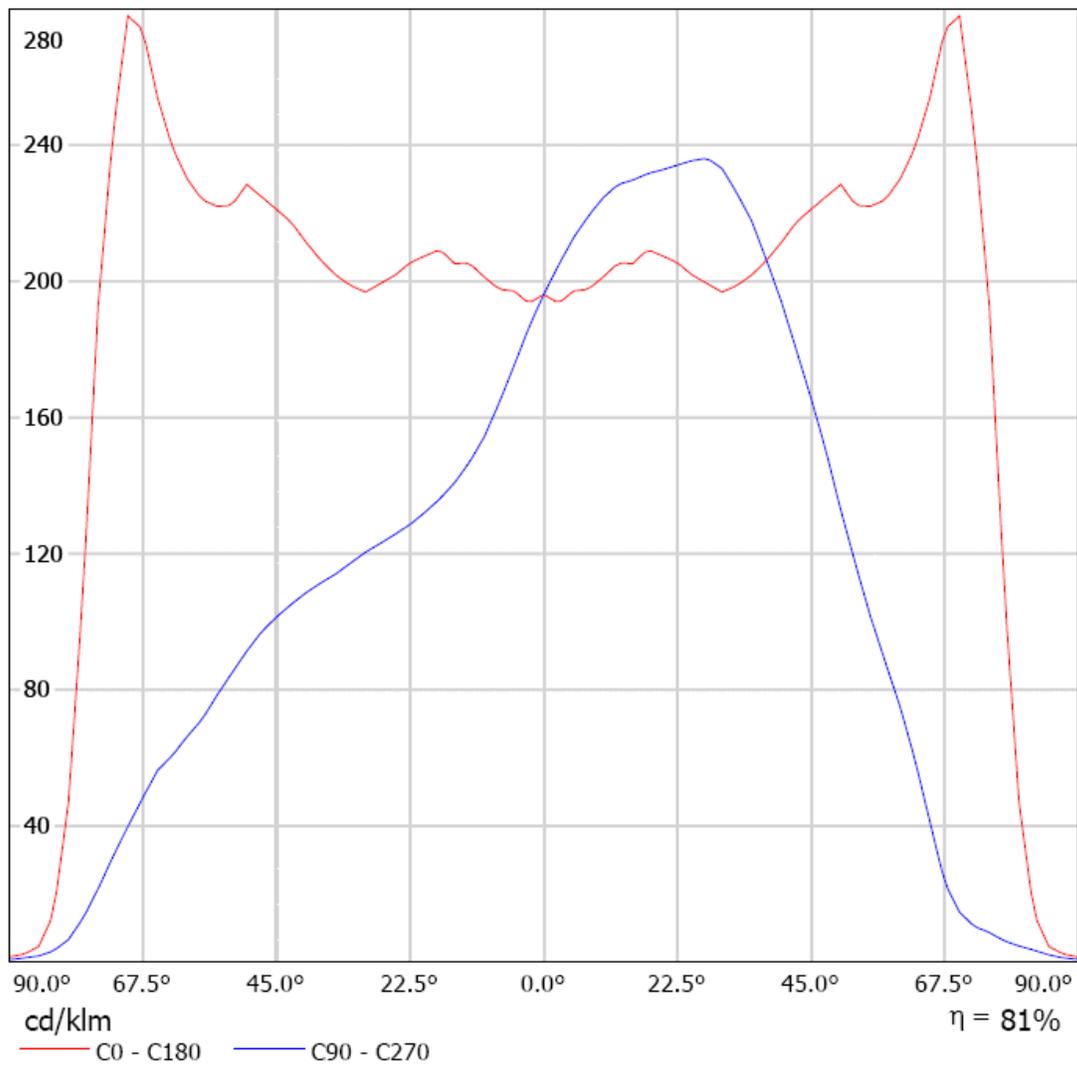
Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5  
Lámparas: 1 x SON-TPP150W



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5 / CDL (Lineal)**

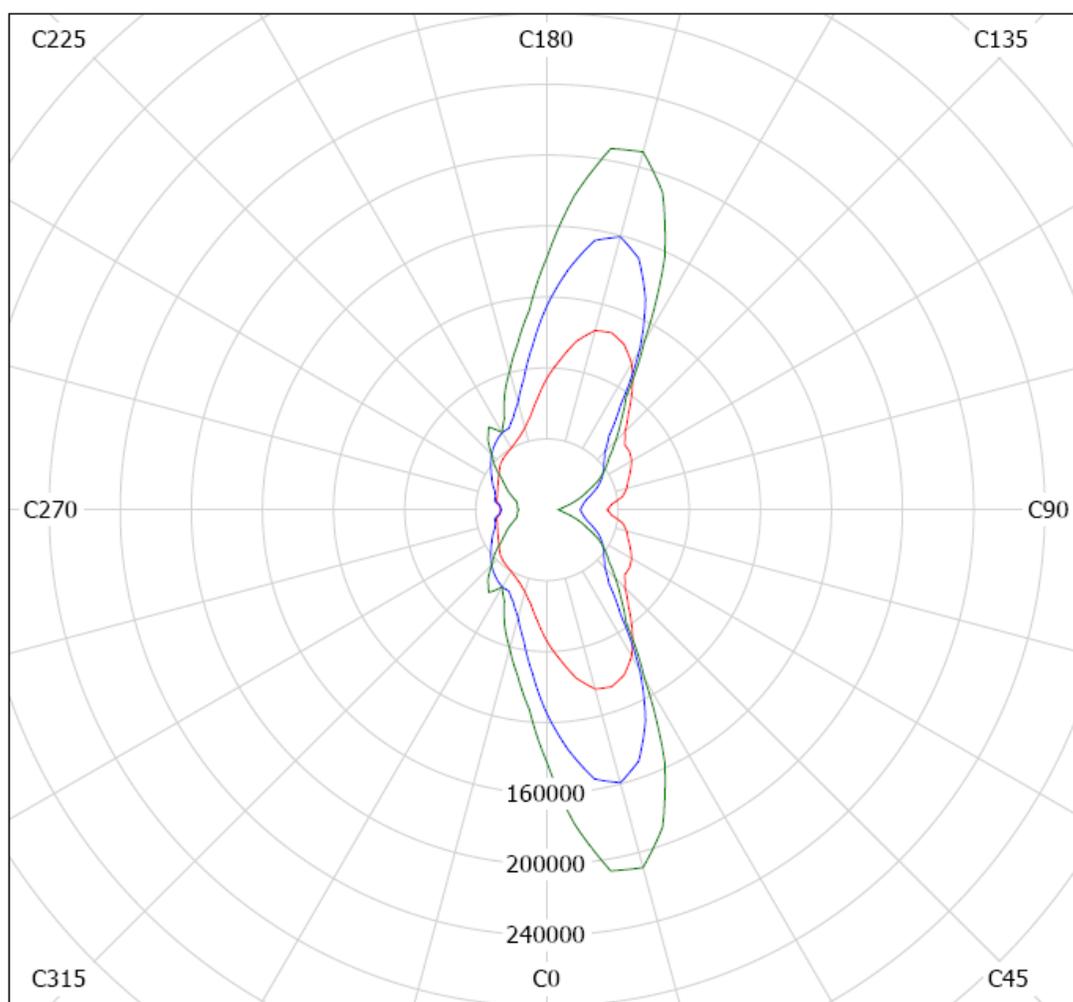
Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5  
Lámparas: 1 x SON-TPP150W



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5 / Diagrama de densidad lumínica**

Luminaria: Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5  
Lámparas: 1 x SON-TPP150W



$\text{cd/m}^2$   
—  $g = 55.0^\circ$  —  $g = 65.0^\circ$  —  $g = 75.0^\circ$

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

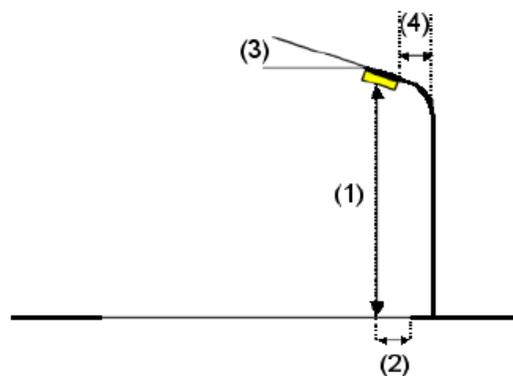
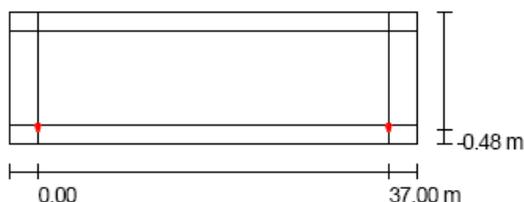
**Calle Vásquez / Datos de planificación**

**Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.80

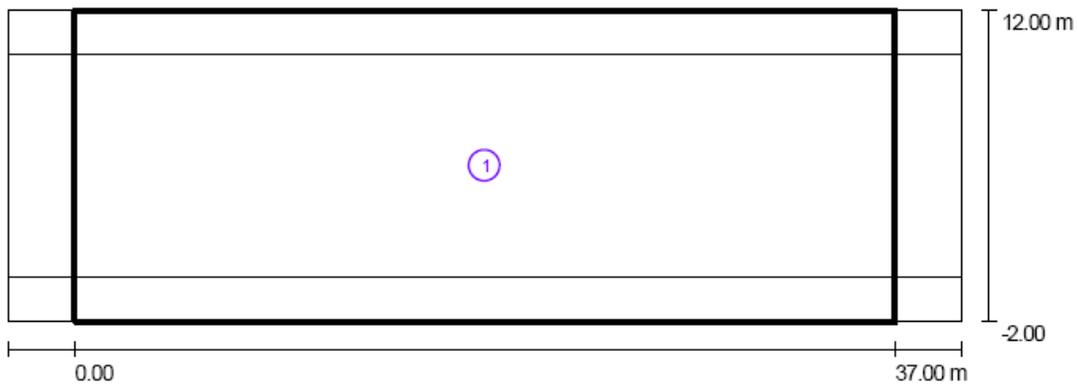
**Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	Philips Koffer2 SGP100 GB 1xSON-TPP150W CON OR P5	
Flujo luminoso de las luminarias:	17500 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 70°: 368 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 80°: 152 cd/klm
Distancia entre mástiles:	37.000 m	con 90°: 7.19 cd/klm
Altura de montaje (1):	9.990 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos
Altura del punto de luz:	10.000 m	especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	para el funcionamiento).
Inclinación del brazo (3):	6.0 °	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.
Longitud del brazo (4):	1.500 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Calle Vásquez / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:308

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1 & Camino peatonal 1 & Camino peatonal 2  
 Longitud: 37.000 m, Anchura: 14.000 m  
 Trama: 13 x 10 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1, Camino peatonal 1, Camino peatonal 2.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:  
 Valores de consigna según clase:  
 Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	U0
13	0.4
$\geq 10$	$\geq 0.4$
✓	✓



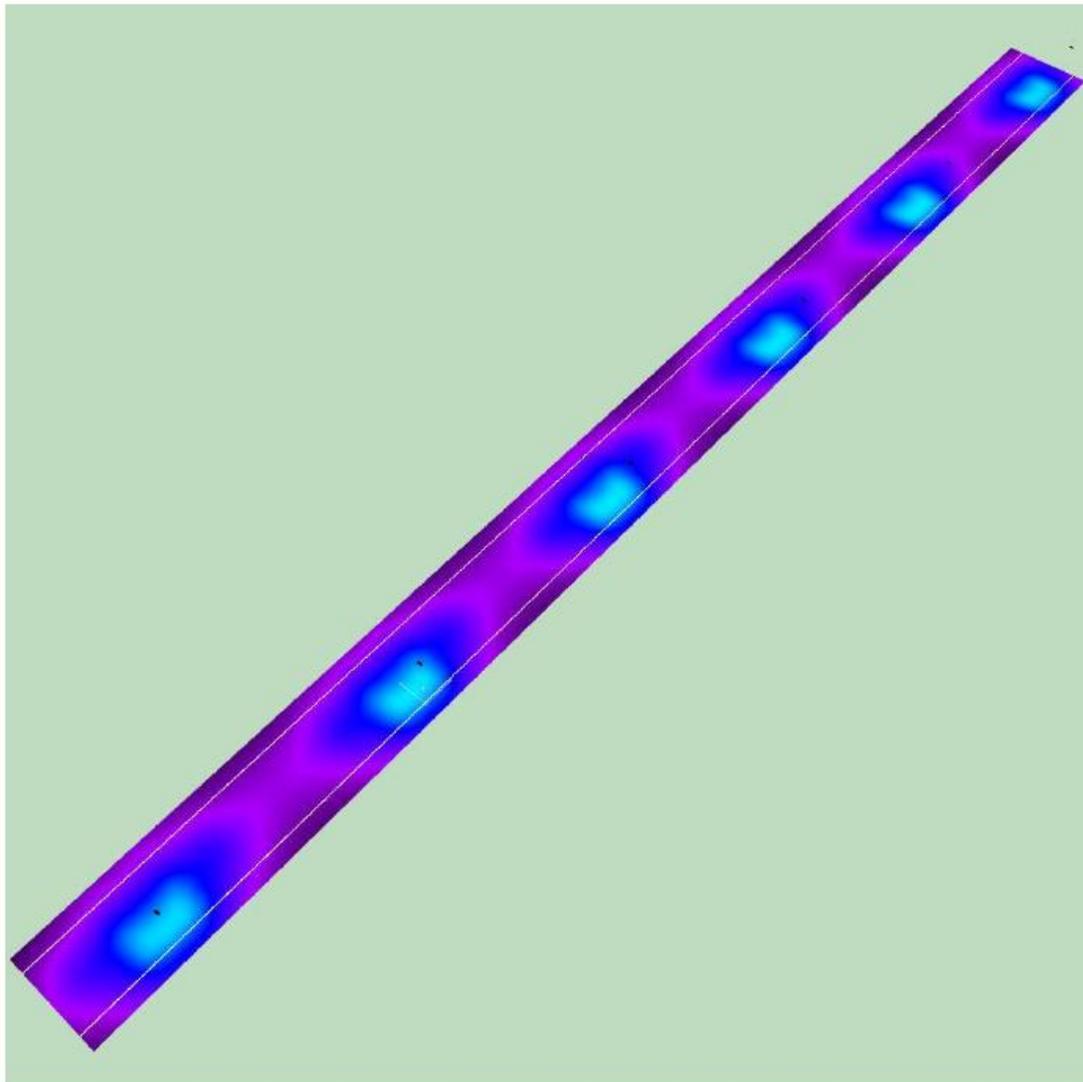
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Calle Vásquez / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Calle Vásquez / Rendering (procesado) de colores falsos



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

**ANEXO N°7** Parámetro de diseño de Poste

TIPO	MODELO	MATERIAL	ALTURA (m)	DIAMETRO BASE (cm)	DIAMETRO CORONA (cm)	MONTAJE	LONGITUD BRAZO (m)	ALTURA MONTAJE (m)	
CUADRADO	Cónico	Lamina de acero	4 - 4.5	12	6.35	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	5.2 - 5.7	
		Lamina de acero	5 - 7	15.24	7.62	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	6.2 - 7.2	
		Lamina de acero	7.5 - 9.5	18.73	8.9	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	8.7 - 10.7	
		Lamina de acero	10 - 15	24.13 - 30.5	10.16 - 14	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	11.2 - 16.2	
	Con base metálica	Concreto (ligero)	6 - 7.5	15 - 16.3	10	Con pedestal	2.4	7 - 8.5	
		Concreto (normal)	7 - 13	23.1 - 30	15	Con pedestal	2.4	8 - 14	
	Para Empotrarse	Concreto (ligero)	6 - 7.5	15 - 16.3	10	Empotrado	2.4	7 - 8.5	
		Concreto (normal)	7 - 13	23.1 - 30	15	Empotrado	2.4	8 - 14	
	PUNTA DE POSTE	Tipo de jardín circular	Lamina de acero	7	15.2	5.1	Sobrepuerto	sin	7
			Lamina de acero	4 - 7.5	15.25	10.16	Sobrepuerto	sin	4 - 7.5
Alameda para 1 bombillo		Lamina de acero	8 - 12	16.5 - 26.67	10.6 - 15.25	Sobrepuerto	sin	8 - 12	
		Lamina de acero	3 - 8	15	5	Sobrepuerto	sin	3 - 8	
San Ángel		Lamina de acero	5 - 7	15.24	7.62	Sobrepuerto	sin	5 - 7	
		Lamina de acero	7.5 - 9	18.73	8.9	Sobrepuerto	sin	7.5 - 9	
Cuadrado		Lamina de acero	4.5	13	5.1	Sobrepuerto	sin	4.5	
		Lamina de acero	12	28	10	Sobrepuerto	sin	12	
OCTAGONAL		Recto hexagonal	Lamina de acero	4.5 - 5	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	sin	5.6 - 61
			Lamina de acero	4 - 5	7.62	7.62	Sobrepuerto	sin	4 - 5
	Tubo recto para niple sin registro	Lamina de acero	5.5 - 6.5	10.16	10.16	Sobrepuerto	sin	5.5 - 6.5	
		Lamina de acero	4 - 4.5	11.8	6.35	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	5.2 - 5.7	
	Cónico para niple con y sin registro	Lamina de acero	5 - 7	15.6	7.62	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	6.2 - 8.2	
		Lamina de acero	7.5 - 9.5	19	8.9	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	8.7 - 10.7	
	Tipo insurgente	Lamina de acero	10 - 10.5	23.1	10.16	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	11.2 - 11.5	
		Lamina de acero	6 - 9	27.7	N.R.	Con pedestal	1.8 - 2.24	6.5 - 9.5	
	Cónico para 1 brazo con o sin registro	Lamina de acero	6 - 7	15.6	7.62	Sobrepuerto	1.8 - 2.25	7.2 - 8.2	
		Lamina de acero	7.5 - 9.5	19	8.9	Sobrepuerto	1.8 - 2.25	8.7 - 10.7	
Recto con y sin pedestal	Lamina de acero	10 - 10.5	23.1	10.16	Sobrepuerto	1.8 - 2.25	11.2 - 11.7		
	Lamina de acero	7 - 8	N.R.	N.R.	Con pedestal	2.4	7.6 - 8.6		
Arbotante	Lamina de acero	7 - 8	19	10	Sobrepuerto	1.8 - 2.5	8 - 9		
	Concreto (ligero)	8.5 - 10.5	21 - 24.5	13.5	Con pedestal	2.4	9.5 - 11.5		
	Concreto (normal)	7 - 13	25 - 35	15	Con pedestal	2.4	8 - 14		
	Concreto (ligero)	8.5 - 10.5	21 - 24.5	13.5	Empotrado	2.4	9.5 - 11.5		
Para empotrarse	Concreto (normal)	7 - 13	25 - 35	15	Empotrado	2.4	8 - 14		

TIPO	MODELO	MATERIAL	ALTURA (m)	DIAMETRO BASE (cm)	DIAMETRO CORONA (cm)	MONTAJE	LONGITUD BRAZO (m)	ALTURA MONTAJE (m)
CIRCULAR	Cónico tipo Churubusco	Lamina de acero	N.R.	19	N.R.	Con pedestal	1.8-2.4	N.R.
	Ligero para reflectores	Lamina de acero	6-10.5	19	9	Sobrepuerto	1.8-2.4	6-10.5
		Lamina de acero	12-21	25-40	10	Sobrepuerto	1.8-2.4	12-21
	Pesado para reflectores	Lamina de acero	12-18	30-36	16	Sobrepuerto	1.8-2.4	12-18
		Lamina de acero	24-30	40-48	30	Empotrado	1.8-2.4	24-30
	Tronconico	Lamina de acero	10-14.7	25.8-32.7	12	Sobrepuerto	1.8-2.4	N.R.
	Recto sin pedestal	Lamina de acero	6.5-8	N.R.	N.R.	Con pedestal	2.4	7.5-8.6
	Recto con pedestal	Lamina de acero	6.5-8	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	2.4	8-9.1
	Redondo para sobreponer sin pedestal	Lamina de acero	4-5.5	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	2.4	4.5-6
	Redondo para sobreponer con pedestal	Lamina de acero	6-7.5	N.R.	N.R.	Con pedestal	2.4	6.5-8
	Cónico	Lamina de acero	6-7.5	N.R.	N.R.	Con pedestal	2.4	5-6.5
		Lamina de acero	7-8	19	10	Sobrepuerto	1.8-2.5	8-9
	Cónico para un brazo sin registro	Lamina de acero	5-9.5	15.6-19	7.6-8.9	Sobrepuerto	1.8-2.5	6.2-10.7
		Lamina de acero	10-10.5	23.1	10.1	Sobrepuerto	1.8-2.5	11.2-11.7
	Cónico para niple	Lamina de acero	4-7	11.8-15.6	6.35-7.6	Sobrepuerto	1.8-2.5	5.2-8.2
Lamina de acero		7.5-9.5	19	8.9	Sobrepuerto	1.8-2.5	8.7-10.7	
Lamina de acero		10-12	23.1	10.16	Sobrepuerto	1.8-2.5	11.2-13.2	
Lamina de acero		15	30	14	Sobrepuerto	1.8-2.5	16.2	
Lamina de acero		6-8	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	1.8-2.8	6-8	
LÁTIGO	Circular tipo olímpico	Lamina de acero	5.3-7.3	15	4.5-6.9	Con pedestal	1.6-2.15	7-9
	Circular sin pedestal	Lamina de acero	7-8	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	1.8-2.4	7-8
	Cónico circular para 1 brazo sin registro	Lamina de acero	7-9.5	15.6-19	7.6-8.9	Sobrepuerto	1.8-2.5	8.2-10.7
		Lamina de acero	10.5-12	23.1	10.16	Con pedestal	1.8-2.5	11.7-13.2
	Cónico circular para niple sin registro	Lamina de acero	4-7	11.8-15.6	6.35-7.6	Sobrepuerto	1.8-2.5	5.2-8.2
		Lamina de acero	7.5-9.5	19	8.9	Sobrepuerto	1.8-2.5	8.7-10.7
	Cuadrado tipo olímpico	Lamina de acero	10-15	23.1-30	10.16-13.4	Sobrepuerto	1.8-2.5	11.2-16.2
		Lamina de acero	5.3-7.3	27	4.5-6.9	Con pedestal	1.8-2.4	7-9
	Octagonal sin pedestal	Lamina de acero	7-8	N.R.	N.R.	Sobrepuerto	1.8-2.4	7-8
	Cónico para niple	Lamina de acero	4-4.5	11.43	6.35	Con pedestal	1.8-2.5	5.2-5.7
Lamina de acero		5-6	15.24	7.62	Con pedestal	1.8-2.5	6.2-7.2	

N.R. = No reportado por el fabricante  
(Investigaciones Electricas, 1981)

