

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“ANÁLISIS DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED APLICADO EN LA AVENIDA CENTRAL DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**ROSAS HUARACHI, JORGE ALBERTO**

**Villa El Salvador  
2017**

## **DEDICATORIA**

“El presente trabajo va dedicado a mi madre, padre y mis hermanos quienes son el soporte de mi vida y en quienes siempre puedo apoyarme son fuente de mi inspiración para todos mis logros”

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron valorar los estudios y a superarme cada día, también agradezco a mis padres porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante. Y agradezco a Dios por darme la salud que tengo.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática .....	2
1.2 Delimitación del Proyecto .....	2
1.3 Justificación del Proyecto .....	2
1.4 Formulación del Problema .....	3
1.5 Objetivos .....	4
1.5.1 Objetivo General .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	6
2.1.1 APLICACIONES EN EL PERÚ .....	6
2.1.2 APLICACIONES EN OTROS PAISES .....	8
2.2 Bases teóricas .....	9
2.2.1 Fotometría .....	9
2.2.2 Relaciones matemáticas importantes .....	10
2.2.3 Tipos de alumbrado .....	12
2.2.4 Nivel de iluminación .....	18
2.2.5 Uniformidad de iluminación .....	19
2.2.6 Tipos de luminaria .....	19
2.2.7 LÁMPARAS INCANDESCENTES .....	20
2.2.8 LÁMPARAS HID VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESIÓN .....	21
2.2.9 LÁMPARAS VAPOR DE SODIO .....	21
2.3 ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED .....	32
2.3.1 Introducción a los LED .....	32
2.3.2 Definición de LED .....	32
2.3.3 ¿Cómo trabajan los LED? .....	32
2.3.4 Partes de un LED .....	33
CAPÍTULO III: DISEÑO, DESCRIPCIÓN Y SIMULACION DEL CASO DE ESTUDIO .....	35
3.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO .....	35
3.2 MÉTODO DE LOS NUEVE PUNTOS: .....	35
3.3 DISPOSICIONES BASICAS DE LAS LUMINARIAS AREAS DE CALCULO Y LUMINARIAS QUE INFLUYEN .....	37
3.4 CALCULO DE LOS FACTORES DE UNIFORMIDAD: .....	39
3.4.1 FACTOR DE UNIFORMIDAD MEDIO (FUM) .....	39
3.4.2 FACTOR DE UNIFORMIDAD EXTREMO (FUE) .....	39

3.4.3	FACTOR DE UNIFORMIDAD TRANSVERSAL (FUT) .....	39
3.4.4	FACTOR DE UNIFORMIDAD LONGITUDINAL (FUL) .....	39
3.4.5	ILUMINACION EN LA VEREDAS .....	40
3.4.6	FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM) .....	40
3.4.7	CALCULO DE UNA LUMINARARIA INSTALADA ACTUAMENTE :.....	40
3.5	PLANO DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA.....	45
3.6	SIMULACION DEL CASO DE ESTUDIO PROGRAMA DIALux .....	47
3.7	ANÁLISIS DE COSTOS.....	80
CONCLUSIONES .....		86
RECOMENDACIONES .....		87
BIBLIOGRAFIA .....		88

## LISTADO DE FIGURAS

Imagen N° 1 .....	7
Imagen N° 2 .....	8
Imagen N° 3 .....	9
Imagen N° 4 .....	10
Imagen N° 5 .....	10
Imagen N° 6 .....	11
Imagen N° 7 .....	12
Imagen N° 8 Lámpara de vapor de sodio alta presión (Fuente: OSRAM) .....	22
Imagen N° 9 Partes de la lámpara de vapor de sodio a alta presión (Fuente: Manual de iluminación INDAL).....	23
Imagen N° 10 Espectro de emisión de una lámpara de vapor de sodio a alta presión (Fuente: PHILIPS).....	24
Imagen N° 11 Lámparas de vapor de sodio a alta presión de flujo mejorado ( fuente : normas Luz del Sur ) .....	26
Imagen N° 12 Tipos básicos de reactores para lámparas de descarga AP (Fuente: Norma Luz del Sur) .....	27
Imagen N° 13 Tipos básicos de ignitores (fuente : Norma Luz del Sur ).....	28
Imagen N° 14 Conexión de accesorios para lámpara de descarga AP.....	29
Imagen N° 15 Luminarias para lámparas de sodio tubulares de alta presión (Fuente : Norma Luz del Sur) .....	30
Imagen N° 16 Conexión para postes de alumbrado público (Fuente : Norma Luz del Sur).....	31
Imagen N° 17 Partes de un LED (FUENTE :Estudio Y Análisis De Ingeniería En Alumbrado Público Con Luminarias De Led En La Periferia Del Reclusorio Norte) ...	34
Imagen N° 18 .....	37
Imagen N° 19 fuente( Norma Luz Del Sur ).....	38
Imagen N° 20 .....	40
Imagen N° 21 .....	42

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 .....	13
Tabla 2 .....	15
Tabla 3 .....	17
Tabla 4 .....	18
Tabla 5 .....	19
Tabla 6 .....	19



## INTRODUCCIÓN

El servicio de alumbrado público tiene como finalidad satisfacer las condiciones básicas de iluminación de calles, avenidas y vehículos en vialidades, así como en espacios públicos para poder desarrollar las actividades acordes a cada lugar, con la iluminación adecuada. El alumbrado público es uno de los servicios que con más insistencia demandan los habitantes de las localidades como resultado del crecimiento de la población y del desarrollo urbano, la prestación de este servicio es una de las tareas fundamentales de los gobiernos locales, sin embargo, su instalación, operación, actualización y costo constituyen a menudo un problema técnico y económico. Esto origina, en ocasiones, un servicio deficiente y costoso que se agrava a medida que el tiempo pasa y no se toman las medidas oportunas para su actualización o mejoramiento.

Por ello este estudio de iluminaciones está enfocado en el análisis de los luminarios basados en iluminación de tecnología LED para alumbrado público. Realizando el estudio de dichos luminarios para la comparación de sus características de iluminación, ahorro de energía y tiempo de vida, obteniendo así las diferencias entre los luminarios instalados actualmente y los luminarios LED. Todo ello con el fin de tener un uso más eficiente y racional de los recursos energéticos del servicio de alumbrado público, que contribuya a la disminución del gasto destinado al pago por suministro de energía eléctrica.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

En la actualidad en el Perú vivimos una realidad de atraso en cuanto al ahorro energético e implementación de nuevas tecnologías en el subsistema de distribución eléctrica es por eso la necesidad de la realización de estudios de ingeniería para la ampliación de nuevas tecnologías en nuestro caso la iluminación pública.

### **1.2 Delimitación del Proyecto**

Realizar el estudio de iluminación de las luminarias instaladas actualmente en el distrito de tecnología tipo LED, para proponerlos como equipo de iluminación en el área bajo estudio, todo esto con la finalidad de obtener la mayor eficiencia energética y lumínica. Siendo los alcances que este proyecto ofrece es realizar la ingeniería de cálculo de iluminación realizando el estudio de iluminación de las 30 luminarias que se encuentran ubicadas en la Av. Central en el segmento tomado entre Av. Cesar Vallejo y la Av. Bolívar, para el cálculo se utilizara el software Dialux y el análisis de los datos obtenidos de la simulación comprenden:

- Estudio de iluminación con los luminarios actualmente instalados (Lámparas de Aditivos Metálicos) sin reubicación ó incremento de postes.
- Estudio de iluminación con los luminarios de tecnología LED sin reubicación ó incremento de postes.

### **1.3 Justificación del Proyecto**

Al realizar el análisis comparativo es el que se pueda comprobar que los luminarios con tecnología LED son la modernización de iluminación para el alumbrado público, la aportación principal de este proyecto es desarrollar la ingeniería de iluminación y así demostrar las ventajas que se tienen al usar estos luminarios. Es primordial el introducir

a Perú en la tendencia mundial de modernización en alumbrado público, puesto que este sector es una necesidad básica para las comunidades, porque al tener una buena iluminación en el alumbrado público la comunidad obtiene beneficios tales como: seguridad al transitar calles y avenidas, el confort visual al conducir y transitar peatonalmente por una calle o avenida. EL modernizar el alumbrado público en Perú significa usar luminarias con tecnología LED obteniendo así una excelente iluminación con la característica más importante el ahorro de energía, el que es determinante para el ahorro económico, logrando un uso racional y eficiente de los recursos energéticos contribuyendo en la conservación del medio ambiente, estas serán grandes aportaciones en beneficio a la sociedad. Ademas que posteriormente se podrá implementar sistemas de tele gestión de alumbrado público peruano.

#### **1.4 Formulación del Problema**

En Perú tenemos un atraso referente al tema tecnológico correspondiente al sector referido de alumbrado público, actualmente no solo en Lima si no en todo el Perú vivimos en una situación de inseguridad ciudadana y factor importante para hechos delictivos se realicen en algunos casos es debido a que se aprovecha que varios lugares no se encuentran bien iluminados.

El tema de la iluminación pública en algunos casos no es tratada con la importancia e ingeniería requerida en consecuencia tenemos instaladas en nuestras ciudades luminarias ineficientes, la cuales no ahorran energía y son dañinos para la salud por los gases que emiten, también esto genera un alto gasto económico a cada una de las familias quienes son las que directamente subvencionan el costo de alumbrado público por otro lado la mala distribución de estas afecta al paisaje y además a al confort de la sociedad. Teniendo en cuenta todos estos factores en necesario concientizarnos y empezar a realizar la ingeniería adecuada en este casi abarcaremos diferentes muestras tomadas

exclusivamente del distrito de Villa el Salvador en donde se encuentran instalados luminarios de alta intensidad de descarga de tipo lámpara aditivos metálicos, con una potencia de 150Watts, se propone que estas sean sustituidas por un luminarias para alumbrado público de tecnología LED, equivalente en nivel de iluminación con una potencia de 112Watts y que además cuentan con más tiempo de vida y nos ahorran energía el cual se vería reflejado en la economía de cada una de las familia que cuentan con el servicio eléctrico.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Analizar y calcular los parámetros de iluminación de las luminarias de alumbrado público con tecnología tipo LED y realizar un comparativo con las luminarias instaladas actualmente tomando como población al distrito de Villa el Salvador del cual se tomarán muestras de estudio para al final poder presentar resultados que nos muestren todos los beneficios técnicos de iluminación, ahorro energético y confort visual que proporcionarían la instalación de luminarias LED en el distrito.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Se realizará el estudio de iluminación de las luminarias que actualmente tenemos instaladas en nuestras calles.
- Presentar las ventajas que se tienen al utilizar luminarios de alumbrado público con tecnología tipo LED con respecto a los que se encuentran instalados en el área de estudio.
- Informar sobre modernización y beneficios que conlleva la utilización de iluminación en alumbrado público con tecnología LED.

- Se presentarán cálculos referidos al ahorro económico que se podría obtener al realizar la instalación de luminarias LED.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

En una entrevista del 20 de septiembre del 2015 en el diario Gestión el especialista David Barrios, director general de la LED Expo Perú dijo “Perú ahorraría hasta US\$ 600 millones al año si usa tecnología LED en alumbrado público” “Al comienzo, este cambio de matriz podría parecer caro, pues la tecnología LED cuesta tres veces más que la tradicional, pero la inversión se justifica toda vez que, en el tiempo, no sólo se va a ahorrar, sino también generará recursos que bien podrían ser utilizados para otras obras”, dijo Barrios. En el Perú, la tecnología LED apenas alcanza una penetración del 8% y se puede observar sólo en edificios modernos y en empresas que han comprendido que invertir en LED es ahorrar costos y contribuir con la protección del medio ambiente. “Las luces LED no contienen mercurio y el 90% de esta tecnología es reciclable”, precisó.

#### **2.1.1 APLICACIONES EN EL PERÚ**

Aunque lentamente el Perú se han ido implementado de forma aislada instalaciones de alumbrado público con luminarias LED como se detalla a continuación:

- Las aplicaciones se han dado en forma limitada en el sector privado como son la Municipalidad de San Isidro para reforzar el alumbrado peatonal de toda la Av. Jorge Basadre, y un tramo de la Av. General Pezet, donde se dio más énfasis para iluminar los jardines de la berma central.
- En lo que respecta a concesionarias, solo se tiene conocimiento de las empresas EDELNOR e Hidrandina que tienen instalado artefactos de alumbrado público con tecnología LED a modo piloto. EDELNOR (22) en la Plaza de La Bandera

del distrito de Pueblo Libre e Hidrandina (6) en la Av. España de la ciudad de Trujillo.

- Es importante hacer notar que en nuestro país, la energía por el servicio de alumbrado si bien lo administran las empresas concesionarias, dichos costos son trasladados a los usuarios. Si la principal ventaja de la aplicación de la tecnología LED son los costos beneficios que generarían la reducción de la energía por reemplazar los artefactos existentes, los únicos beneficiarios serían los usuarios. En ese contexto, sin incentivos, las empresas concesionarias no harán ninguna inversión.
- En otros países el servicio de alumbrado público es asumido íntegramente (costos de inversión, operación y mantenimiento) por los ayuntamientos (municipalidades). En ese contexto, dichas entidades si tienen incentivos para invertir, a fin de reducir costos de operación y mantenimiento, por ejemplo, con artefactos con nueva tecnología.

Unidad de alumbrado público con tecnología LED instalado en la vereda de la Av. Jorge Basadre del distrito de San Isidro. Propietario municipalidad de San Isidro. Imagen N° 1



*Imagen N° 1*

Unidad de alumbrado público con dos (2) artefactos con tecnología LED instalado en el Parque de la Bandera del distrito de Pueblo Libre. Propietario Empresa EDELNOR



*Imagen N° 2*

### **2.1.2 APLICACIONES EN OTROS PAISES**

Tal como se presentó en el “Foro Regional Eficiencia y Nuevas Tecnologías en los Sistemas Eléctricos para la Región Ica Avances Tecnológicos en el Alumbrado Público”

- El municipio madrileño de Collado Mediano, de unos 6.000 habitantes y situado en plena sierra de Guadarrama, se ha convertido en el primero de España en cambiar todo su alumbrado tradicional por artefactos con tecnología LED. Han reducido la factura en un 50%. El Ayuntamiento pagaba antes 175.000 euros al mes solo en alumbrado público y ahora esperan que no supere los 100.000. Esperan amortizar en pocos años los tres millones de euros que han invertido al sustituir 1.890 puntos de luz, ya que cada farola supone un coste de 500 euros. Las farolas están conectadas a un ordenador central, desde el que se puede, entre otras aplicaciones, regular el flujo luminoso o detectar si hay algún problema.
- La iluminación de vías públicas se encuentra reglamentada en España por el REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprobó el "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07".

- A nivel Europeo se considera que el consumo de energía en todos los sistemas de iluminación es aproximadamente del 20% del consumo eléctrico total. Ello ha traído consigo que el Parlamento Europeo apruebe una serie de Directivas que ayuden a reducir el gasto energético en iluminación, a cuidar el medio ambiente y asegurar un desarrollo sostenible para estas instalaciones.
- La ciudad de Los Ángeles-Estado de California de los Estados Unidos cuenta con 209,000 puntos de iluminación (PI), y tiene programado reemplazar en 5 años 140,000 PI.



*Imagen N° 3*

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Fotometría**

#### **2.2.1.1 Definiciones**

**Luz.** - desde el punto de vista lumínico es una sensación, considerándose con tal a la energía radiante que produce reacciones sobre el aparato visual lo cual nos permite ver.

**Flujo luminoso ( $\Phi$ ).**- flujo en el tiempo de la parte luminosa del espectro es la suma de los productos de los niveles de energía de cada longitud de onda por lo que los factores de luminosidad correspondiente.

La unidad es el lumen (lm)

**Intensidad luminosa ( I )** .- se define como el flujo luminoso en a unidad de ángulo sólido, este concepto está asociado a la dirección

La unidad es la candela (cd).

**Iluminación.** - es la relación que existe entre el flujo luminoso que incide por unidad de área en una determinada superficie.

La unidad es el lux.

### 2.2.2 Relaciones matemáticas importantes

**Iluminación.** - la iluminación producida por una fuente de luz es inversamente proporcional al cuadrado de su distancia al punto iluminado figura N°4

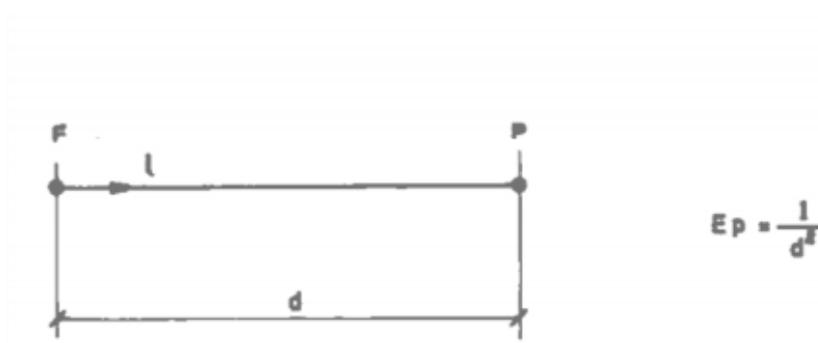


Imagen N° 4

La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia de la luz en el punto iluminado Figura N°5

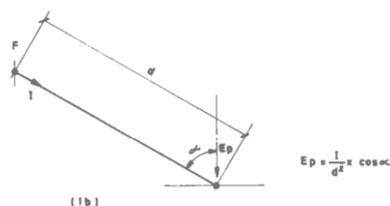


Imagen N° 5

La ecuación básica para el cálculo de la iluminación es

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \alpha$$

La distancia  $d$  es la comprendida entre la fuente y el punto a tratarse.

Ahora introduciendo al concepto de altura de montaje (**AM**) como la distancia entre la fuente y el dónde se encuentra el punto, podemos escribir la misma ecuación de formas diferentes: Fig. 6 y 7.

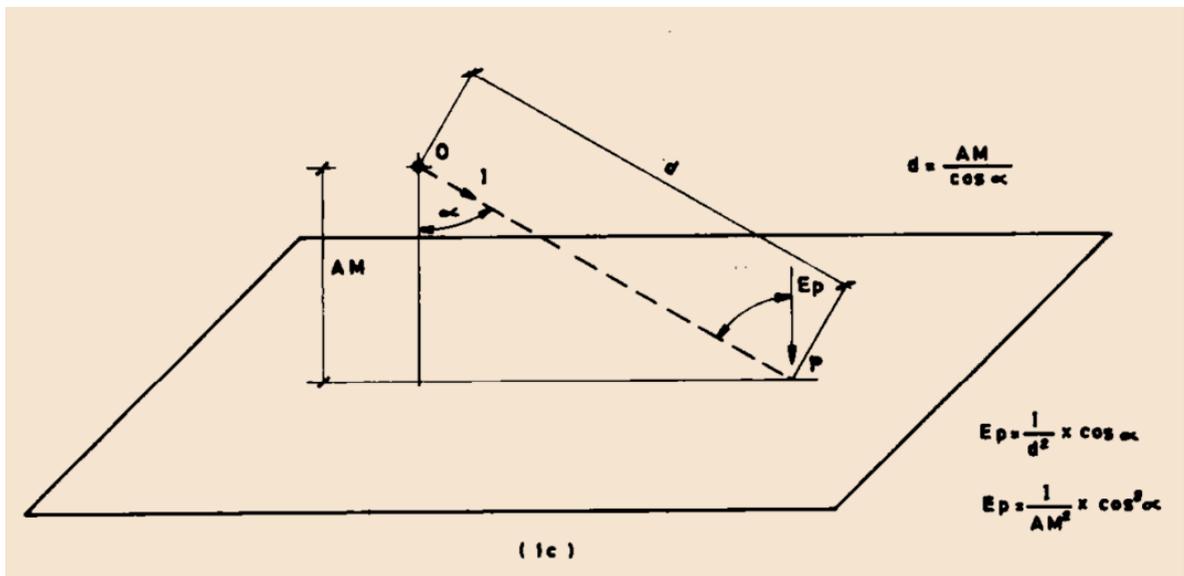


Imagen N° 6

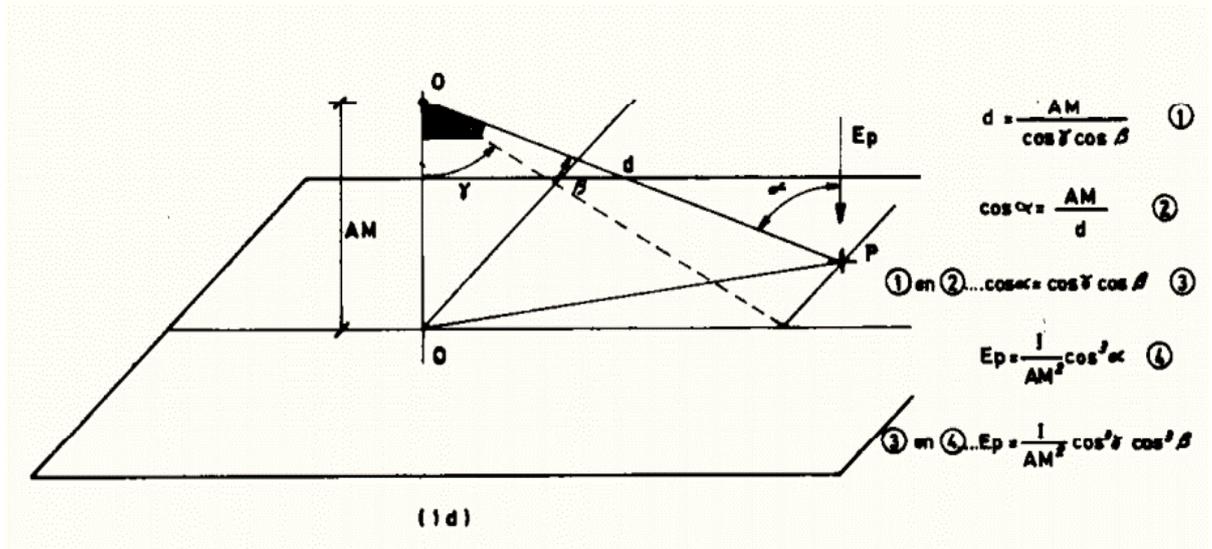


Imagen N° 7

### 2.2.3 Tipos de alumbrado

A cada vía pública le corresponde un tipo de alumbrado específico que determina su nivel mínimo de alumbrado.

#### Tipos de alumbrado en vías de tránsito vehicular motorizado

El Concesionario solicitará a la municipalidad respectiva la clasificación de las vías para luego asignar el tipo de alumbrado que le corresponde, según la Tabla I. Si la municipalidad no hubiese clasificado sus vías, el Concesionario coordinará con la municipalidad para efectuar tal clasificación tomando como referencia lo establecido en la Tabla I, y asignará el tipo de alumbrado que le corresponde.

El mismo criterio anterior se emplea para las vías regionales y subregionales que atraviesan la zona urbana. La Autoridad dará conformidad a la clasificación.

Los tipos de alumbrado se determinan de acuerdo al tipo de vía, bajo el criterio funcional conforme la Tabla 1.

Tabla 1

Tipos de alumbrado según la clasificación vial

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez - Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Mujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica. -Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. •Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	Permite acceso a vías locales	-vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos. -Tienen 1 o 2 calzadas principales, pero no tienen calzadas auxiliares. •Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	Permite el acceso al comercio local	-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. -Se permite estacionamiento. -No se permite vehículos de transporte público. -flujo peatonal importante.

Local Residencial 1	IV	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. -Vías con calzadas asfaltadas, pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Local Residencial 2	V	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas sin asfaltar. -Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Vías peatonales	V	Permite el acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.

Por otro lado trabajaremos con la siguiente tabla N°2 extraída las normas de Luz del Sur actual concesionaria del distrito que tenemos como muestra

Tabla 2

TIPOS DE ILUMINACION	FACTORES	MUY IMPORTANTE	IMPORTANTE	MEDIO	REDUCIDO	MUY REDUCIDO
A	VELOCIDAD DE CIRCULACION	X	X			
	TRAFICO VEHICULAR	X	X			
	TRAFICO PEATONAL					X
	REPRODUCCION DE LOS COLORES					X
B	VELOCIDAD DE CIRCULACION			X		
	TRAFICO VEHICULAR	X	X			
	TRAFICO PEATONAL	X	X	X		
	REPRODUCCION DE LOS COLORES		X			
C	VELOCIDAD DE CIRCULACION			X	X	
	TRAFICO VEHICULAR			X	X	
	TRAFICO PEATONAL			X	X	
	REPRODUCCION DE LOS COLORES		X	X		
D	VELOCIDAD DE CIRCULACION		X	X		
	TRAFICO VEHICULAR				X	X
	TRAFICO PEATONAL				X	
	REPRODUCCION DE LOS COLORES				X	X
E	VELOCIDAD DE CIRCULACION					X
	TRAFICO VEHICULAR					X
	TRAFICO PEATONAL		X	X		
	REPRODUCCION DE LOS COLORES		X			

En el caso de las vías regionales y subregionales, debe considerarse sólo el alumbrado en el tramo comprendido dentro de la zona urbana. Para efectos de diseño, los proyectistas deberán tener presente la norma municipal vigente respecto al Sistema Vial Metropolitano.

Los criterios considerados para la clasificación de los factores son

**-Velocidad de circulación en *Km/H* (*V*)**

$V \geq 90$ .....	muy importante
$60 \leq V < 90$ .....	importante
$30 \leq V < 60$ .....	media
$V < 30$ .....	reducida
Al paso .....	muy reducida

**-Tráfico vehicular (vehículos / hora ) *TV***

$TV \geq 1000$ .....	muy importante
$500 \leq TV < 1000$ .....	importante
$250 \leq TV < 500$ .....	media
$100 \leq TV < 250$ .....	reducida
$TV < 100$ .....	muy reducido

tipo de iluminación según características de la vía según norma de luz del Sur.

Tabla 3

<b>TIPO DE VIA</b>	<b>TIPO DE ILUMINACION RECOMENDADA</b>
<b>VIAS EXPRESAS</b>	<b>A</b>
<b>VIAS CON ACCESO A LA CIUDAD (CONTINUACION DE CARRETERA)</b>	<b>B</b>
<b>AVENIDAS PRINCIPALES (URBANAS E INTERURBANAS)</b>	<b>B</b>
<b>CALLES COMERCIALES</b>	<b>B</b>
<b>AVENIDAS SECUNDARIAS (ZONA URBANA)</b>	<b>B o C</b>
<b>CALLES LOCALES (ZONA URBANA)</b>	<b>C</b>
<b>CALLES INDUSTRIALES</b>	<b>C</b>
<b>CALLES LOCALES (ZONA RURAL)</b>	<b>D</b>
<b>ALAMEDAS, PASAJES PEATONALES PARQUES PUBLICOS ETC.</b>	<b>E</b>

## EJEMPLOS DE TIPOS DE VIAS:

- VIAS EXPRESAS: Vía Expresa del Paseo de la Republica, Vía de Evitamiento.
- VIAS DE ACSESO A LA CUIDAD: AV. Nicolás Ayllon, Panamericana Sur y Panamericana Norte.
- AVENIDAS PRINCIPALES: Av. Colonia, Av. Argentina, Av. La Marina, Av. Tomas Marzano, Av., Brasil, Av. Túpac Amaru, Av Central, Av. Revolución.
- AVENIDAS SEGUNDARIAS: Av. Grau, Av. Arequipa, Av. Tacna, Av. Nicolás de Piérola, Av. Alfonso Ugarte, etc.
- CALLES COMERCIALES: Av. Larco, Av. Abancay.
- CALLES INDRUSTRIALES: Av. Guillermo Dancey.
- CALLES LOCALES: Cualquier zona residencial.
- ALAMEDAS: De los descalzos.
- PASAJES PEATONALES: Jr. De la unión.
- PARQUES PÚBLICOS

### 2.2.4 Nivel de iluminación

El nivel de iluminación media dependerá del tipo de iluminación, lo cual se da en la tabla N° 4

Tabla 4

TIPO DE ILUMINACION	ILUMINACION MEDIA NECESARIA (Lux)	
	CALZADA CLARA	CALZADA OSCURA
<b>A</b>	≥17.5	≥35
<b>b</b>	≥15	≥30
<b>C</b>	≥7.5	≥15
<b>D</b>	≥3	≥7.5
<b>E</b>		

### 2.2.5 Uniformidad de iluminación

Dichos valores se muestran en la tabla N° 5

Tabla 5

TIPO DE ILUMINACION	FACTOR DE UNIFORMIDAD MEDIO FUM (E MÍN/E MÁX)	FACTOR DE UNIFORMIDAD TRANSVERSAL FUE = (E MÍN/E MÁX)	FACTOR DE UNIFORMIDAD TRANSVERSAL FUT = (E MÍN/E MÁX) SOBRE UN EJE	FACTOR DE UNIFORMIDAD LONGITUDINAL FUL = (E MÍN/E MÁX) SOBRE UN EJE
A	$\geq 0.55$	$\geq 0.25$	$\geq 0.40$	$\geq 0.65$
B	$\geq 0.45$	$\geq 0.45$	$\geq 0.30$	$\geq 0.55$
C	0.25 – 0.35			
D	$\geq 0.15$			
E				

### 2.2.6 Tipos de luminaria

En la tabla N° 6 se muestran los tipos de iluminarias recomendables según el tipo de iluminación.

Tabla 6

TIPOS DE ILUMINARIAS		
TIPO DE ILUMINACION	TIPO DE VIA	TIPOS DE LUMINARIAS RECOMENDABLES
A	Vías expresas	II Corto, haz recortado vapor de sodio alta presión 250w y 400w 6 II Mediano, haz SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w, 250w, y 400w
	Vías de acceso a la ciudad	II MEDIANO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w, 250w y 400w

B	Avenidas principales 6 secundarias y vías comerciales, anchas	II MEDIANO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w, 250w y 400w 6 III MEDIANO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w, 250w y 400w
	Avenidas principales 6 secundarias y vías comerciales, angostas	I MEDIANO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w, 250w
C	Calles industriales	II MEDIANO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de sodio alta presión 150w
	Calles locales (zona rural)	II CORTO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de mercurio 125w y 250w
D	CALLES LOCALES (ZONA URBANA)	II CORTO, HAZ SEMI-RECORTADO Vapor de mercurio 125w
E	Alamedas, pasajes peatonales, parques públicos, etc.	Según el proyecto

### 2.2.7 LÁMPARAS INCANDESCENTES.

Las lámparas incandescentes estándar pueden demandar potencias nominales que oscilan entre los 25 y 1,500 Watts, con tensiones eléctricas de 127 y 220 Volts, para producir flujos luminosos de 220 a 29,600 lúmenes. Las lámparas incandescentes con halógenos que se utilizan en los proyectores pueden demandar potencias que varían entre los 500 y 1,000 Watts para producir flujos de hasta 25,000 lúmenes. Las lámparas incandescentes se utilizan preferentemente en la iluminación de interiores (lámpara de 100 a 300 Watts), con alturas que no superen los 4 metros.

## **2.2.8 LÁMPARAS HID VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESIÓN**

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm). En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible

## **2.2.9 LÁMPARAS VAPOR DE SODIO**

### **2.2.9.1 Lámparas Vapor de Sodio a Baja Presión**

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 10 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su mono cromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es

de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece ya no la hacen adecuada para usos de alumbrado público, aunque también era utilizada con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

### **2.2.9.2 Lámparas Vapor de Sodio a Alta Presión**

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las más avanzadas. La radiación emitida por estas lámparas representa un espectro de emisión con bandas más anchas. Se mejoran las características de las lámparas, pero la eficacia luminosa y la reproducción cromática siguen siendo el punto débil de estas lámparas. El tubo de descarga llega a alcanzar temperaturas de 1000°C



*Imagen N° 8 Lámpara de vapor de sodio alta presión (Fuente: OSRAM)*

## Partes de la lámpara

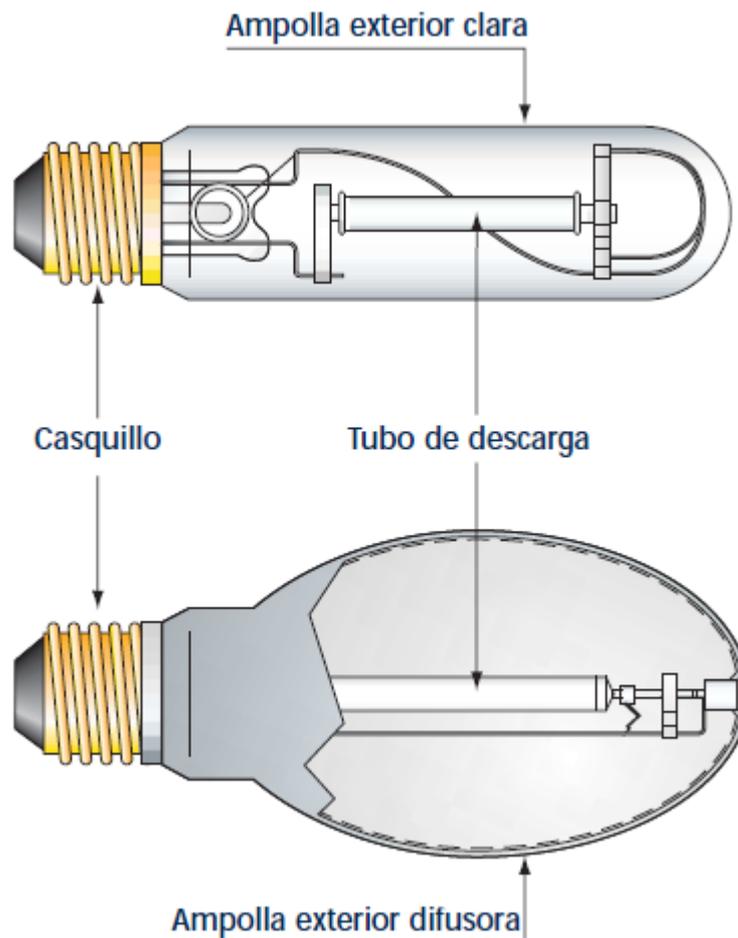


Imagen N° 9 Partes de la lámpara de vapor de sodio a alta presión (Fuente: Manual de iluminación INDAL)

**Tubo de descarga:** es de menor tamaño no y cilíndrico. El material es cerámico, a base de óxido de aluminio sinterizado, translúcido y con un pequeño contenido de óxido de magnesio que reduce el tamaño del cristal de aluminio. A pesar de ser translúcido, la transmisión de la radiación visible llega a alcanzar el 90%.

En los dos extremos tiene dos discos de aluminio o niobio que cierran el tubo.

Igual que las lámparas de baja presión tiene dos electrodos de una aleación de tungsteno y titanio recubiertos por una sustancia que favorece la emisión de electrones.

El interior del tubo está relleno de sodio, una mezcla de gas xenón para facilitar el arranque y vapor de mercurio que protege a los electrodos amortiguando la movilidad

de los electrones.

La mezcla de todos estos gases reduce la longitud necesaria del arco, por lo que disminuye el tamaño de la lámpara.

*Ampolla exterior:* es de vidrio y en el interior tiene hecho el vacío o contiene un gas inerte para reducir las pérdidas de calor del tubo y prevenir los ataques químicos. Su forma es ovoide o tubular.

*Casquillo:* normalmente es de rosca Edison, aunque también puede ser de tipo Bayoneta.

Ver apartado Casquillo

## **Características Principales**

### **Operativas**

#### **Casquillos**

- Posición de funcionamiento: universal
- Tiempo de encendido y reencendido(s): 300 -600 respectivamente
- Tamaño: grande
- Posibilidad de regulación: sí

### **Eléctricas**

- Potencia(W): 50 - 10.000

### **Lumínicas**

- Flujo Espectro de emisión: discontinuo

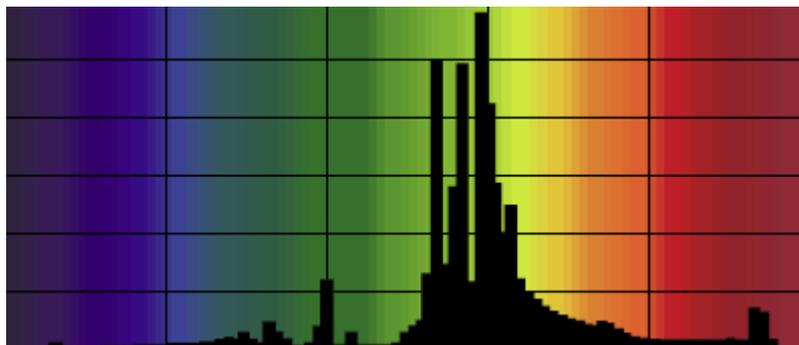


Imagen N° 10 Espectro de emisión de una lámpara de vapor de sodio a alta presión (Fuente: PHILIPS)

- Intervalos de eficacia(lm/W): 100
- Color de la luz: amarillo dorado
- IRC: 25
- Temperatura de color(K): 2.300
- luminoso(lm): 3.500 - 130.00

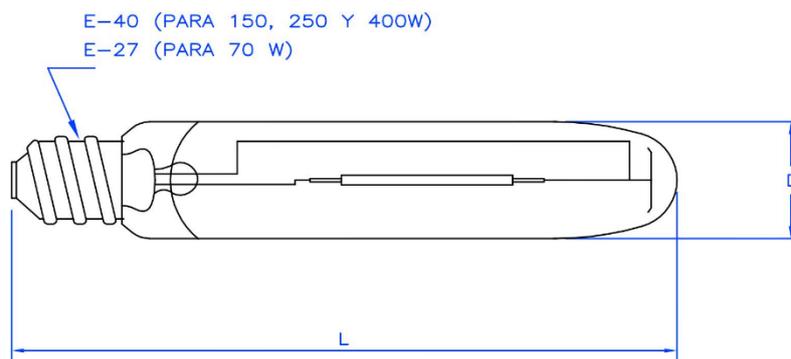
### **Otras**

- Vida útil(h): 15.000

### **Ventajas e inconvenientes**

- ✓ Eficacia elevada
- ✓ IRC elevado en muy alta presión
- ✓ Vida media elevada
- ☒ Necesita equipo auxiliar
- ☒ Necesita tiempo encendido y reencendido
- ☒ Gran tamaño

POTENCIA (W)		70	150	250	400
BULBO		TUBULAR	TUBULAR	TUBULAR	TUBULAR
DIMENSIONES MAXIMAS (mm)	L	159	211	257	283
	D	38	48	48	48
MATRICULA		5544622	5544638	5544657	5544667



#### CARACTERISTICAS BASICAS

REFERENCIAS	: ESPECIFICACION TECNICA SID-ET-002d
MÍNIMA TENSION DE ENCENDIDO	: 198 V
FLUJO LUMINOSO	: 70 W : 6 500 Lm 150 W : 16 000 Lm 250 W : 32 000 Lm 400 W : 55 000 Lm
FORMAS DEL BULBO	: TUBULAR CLARO
COLOR DE LUZ	: AMARILLO DORADO
POSICION DE FUNCIONAMIENTO	: CUALQUIERA
ACCESORIOS DE OPERACION	: REACTOR IGNITOR CONDENSADOR

#### APLICACION

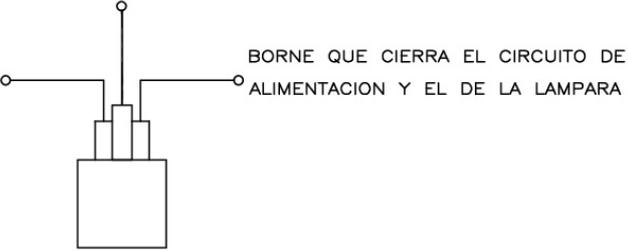
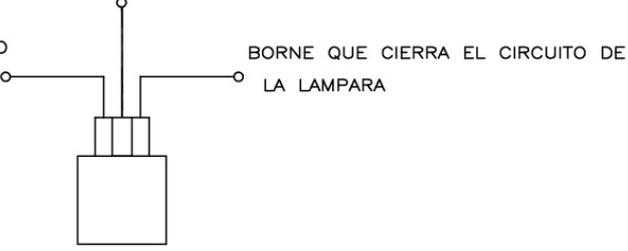
ILUMINACION DE VIAS PÚBLICAS (AVENIDAS, JIRONES, CALLES, CRUCES, CAMBIOS DE VIA, PARQUES Y AREAS VERDES.

### LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION DE FLUJO MEJORADO

Imagen N° 11 Lámparas de vapor de sodio a alta presión de flujo mejorado (fuente : normas Luz del Sur )

8	<p><b>REACTOR.-</b></p> <p>Es un dispositivo utilizado con lamparas de descarga (Vapor de Mercurio y Sodio da alta presion )cuya funcion basica es estabilizar (limitar) la corriente de la misma.</p>
7	<p><b>REACTOR PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.-</b></p> <p>Cumpliendo su funcion basica presenta la siguiente configuracion:</p>
6	
5	<p><b>REACTORES PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION</b></p> <p>Cumpliendo su funcion basica pueden presentar las siguientes configuraciones:</p>
4	<p><b>TIPO 1: (SIN BOBINA AUXILIAR)</b></p>
3	<p><b>TIPO 2: (CON BOBINA AUXILIAR)</b></p>
2	<p>Este tipo de reactor actua como autotransformador cuando el borne de entrada del bobinado auxiliar recibe el pico de tension del ignitor tipo 2 (ver norma AD-1-104 )</p>
1	
0	

TIPOS BASICOS DE REACTORES PARA LAMPARAS DE DESCARGA A.P.  
 Imagen N° 12 Tipos básicos de reactores para lámparas de descarga AP (Fuente: Norma Luz del Sur)

8	<p><u>IGNITOR.-</u></p> <p>Es un dispositivo que suministra el pico de tension ( directa o indirectamente ) que necesitan las lamparas de vapor de sodio a alta presion para encender. Dicho pico de tension es del orden de 2.5 a 3.5 Kv.</p> <p>Puede presentar las siguientes configuraciones:</p>
7	<p><u>TIPO 1.-</u> ( Da el pico de tension directo a lampara )</p>
6	<p>BORNE QUE SUMINISTRA EL PICO DE TENSION DIRECTAMENTE A LA LAMPARA</p> <p>BORNE QUE SE CONECTA A LA SALIDA DEL REACTOR</p> <p>BORNE QUE CIERRA EL CIRCUITO DE ALIMENTACION Y EL DE LA LAMPARA</p> 
5	
4	<p><u>TIPO 2.-</u> ( Da el pico de tension a bobinado auxiliar de reactor tipo 2 )</p>
3	<p>BORNE QUE SUMINISTRA UN PICO DE TENSION DE 500v. APROX. AL BOBINADO AUXILIAR DE REACTOR TIPO 2</p>
2	<p>BORNE QUE CIERRA EL CIRCUITO DE ALIMENTACION</p> <p>BORNE QUE CIERRA EL CIRCUITO DE LA LAMPARA</p> 
1	
0	<p>NOV - 2001</p> <p>Rev. H.S.A.S</p> <p>TIPOS BASICOS DE IGNITORES PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION</p> <p>Imagen N° 13 Tipos básicos de ignitores (fuente: Norma Luz del Sur )</p>

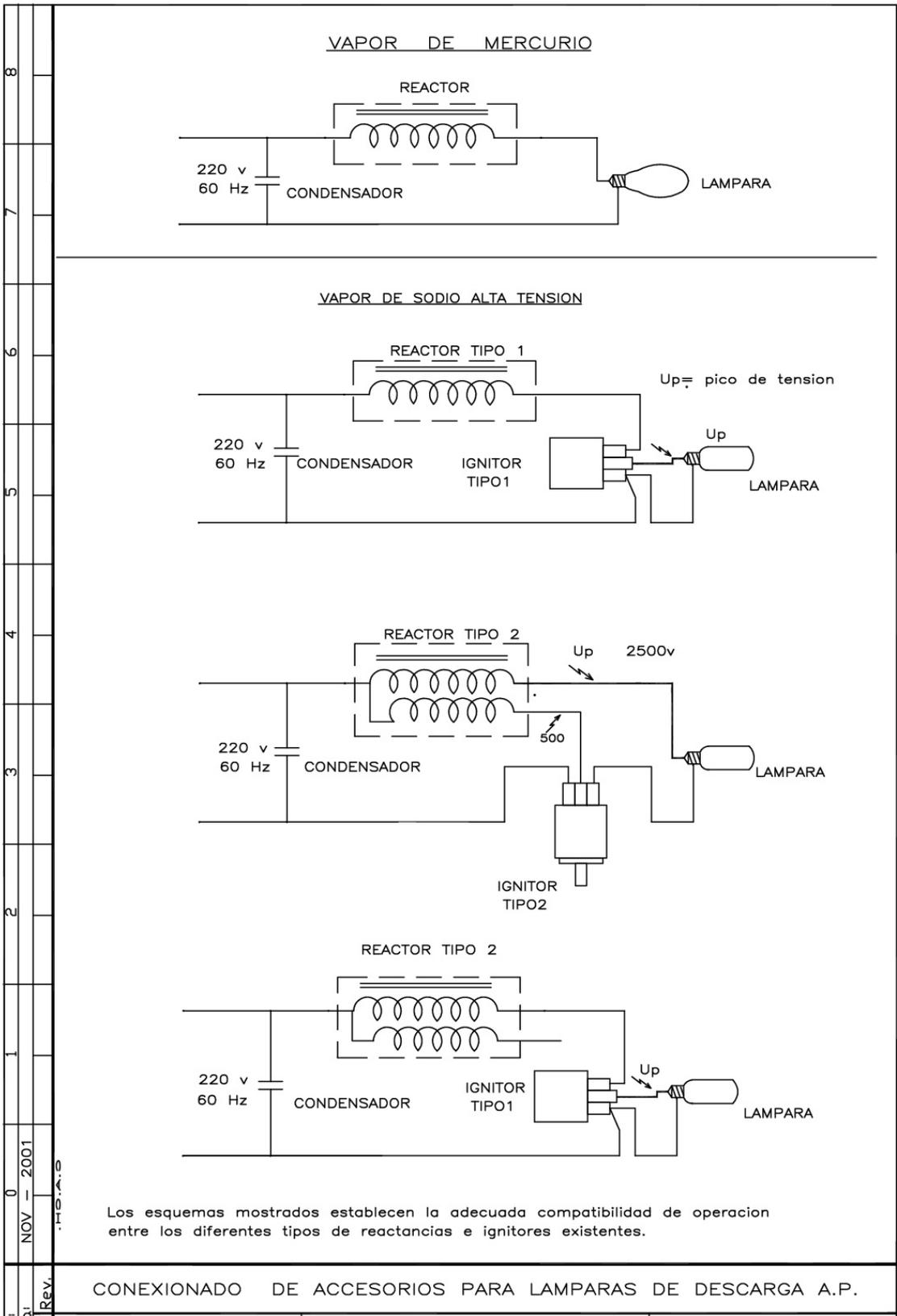


Imagen N° 14 Conexionado de accesorios para lámpara de descarga AP



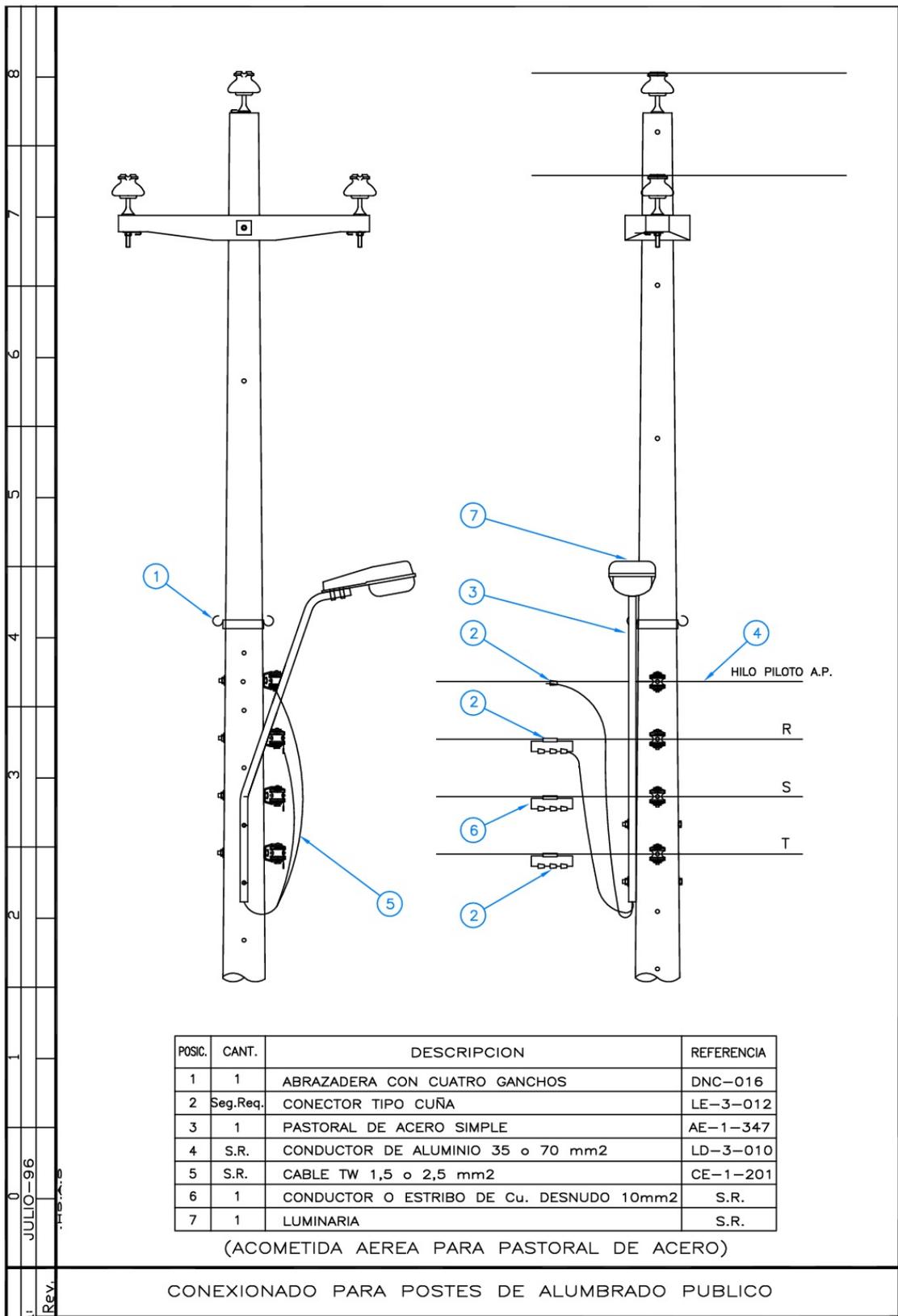


Imagen N° 16 Conexionado para postes de alumbrado público (Fuente : Norma Luz del Sur)

## **2.3 ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED**

### **2.3.1 Introducción a los LED**

Los conocemos de verlos en el frente de muchos equipos de uso cotidiano, como radios, televisores, celulares y relojes digitales, sin embargo, la falta de una amplia gama de colores y una baja potencia lumínica han limitado su uso considerablemente. No obstante, eso está cambiando gradualmente con la introducción de nuevos materiales que han permitido crear LED's de prácticamente todo el espectro visible de colores y ofreciendo al mismo tiempo una eficiencia lumínica que supera a la de las lámparas incandescentes. Estos brillantes, eficientes y coloridos nuevos LED's están expandiendo su dominio a un amplio rango de aplicaciones de iluminación desplazando a su anterior campo de dominio que era el de la mera indicación. Si consideramos su particularidad de bajo consumo energético y su prácticamente imbatible ventaja para su uso en el exterior, tendremos que el futuro de estos pequeños dispositivos semiconductores es realmente muy prometedor tal como lo indican los números actuales de crecimiento de mercado a nivel mundial.

### **2.3.2 Definición de LED**

Un LED, siglas en inglés de Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en corriente directa y es atravesado por la corriente eléctrica (CC). El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, variando desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo, recibiendo éstos últimos la denominación de IRED (Infra-Red Emitting Diode).

### **2.3.3 ¿Cómo trabajan los LED?**

Primero, su estructura es totalmente diferente que una lámpara tradicional, el LED tiene una estructura muy simple y muy fuerte.

Los 4 componentes básicos de su estructura son:

Material emisor semiconductor, montado en un chip-reflector, este material determina el color de la luz. Los postes conductores (cátodo y ánodo). El cable conductor que une los dos polos en algunos casos hilo de oro. Un lente sellado herméticamente que protege al material emisor del LED y determina el haz de la luz.

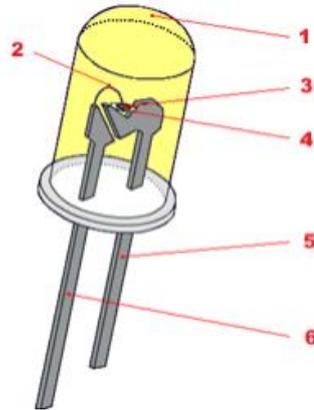
Recuerde que LED significa Diodo Emisor de Luz (Light Emitting Diode), es un objeto que permite el flujo de corriente en una sola dirección. Dos materiales conductivos cualesquiera forman un diodo cuando son puestos en contacto. Cuando la electricidad pasa a través de un diodo, los átomos de uno de los materiales (contenido en un chip-reflector) son excitados a un mayor nivel. Los átomos en el primer material retienen mucha energía y requieren liberarla. Esta energía libera como electrones al segundo material dentro del chip-reflector, durante esta liberación se produce la luz.

El color de la luz es relativo a los materiales emisores semiconductores y procesos de elaboración del chip-reflector

#### **2.3.4 Partes de un LED**

1. Lente Epóxico Este lente mantiene todo el paquete estructurado, determina el haz de luz, protege al chip reflector, además de extraer el flujo luminoso.
2. Cable Conductor Es un cable muy delgado de oro, el cual conecta cada terminal a cada uno de los postes conductores.
3. Chip Consiste en dos capas de material emisor semiconductor, cuando los átomos son excitados por un flujo de corriente intercambiando electrones, creando la luz.
4. Reflector Está por debajo del Chip reflejando y proyectando luz hacia fuera, sólo un 3% se queda atrapada.

5. Cátodo Poste hecho de aleación de cobre y conduce carga negativa, el cátodo es más corto que el ánodo para facilitar un ensamble más rápido y preciso en el circuito.
6. Ánodo Poste hecho en aleación de cobre y conduce carga positiva.



*Imagen N° 17 Partes de un LED (FUENTE :Estudio Y Análisis De Ingeniería En Alumbrado Público Con Luminarias De Led En La Periferia Del Reclusorio Norte)*

## **CAPÍTULO III: DISEÑO, DESCRIPCIÓN Y SIMULACION DEL CASO DE ESTUDIO**

### **3.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO**

El calculo del alumbrado publico, considera la determinacion de los siguientesw parametros:

- Nivel de iluminación media, máxima y mínima sobre las calzadas.
- Factores de uniformidad media, extrema longitudinal y transversal.
- Iluminación en las veredas.
- Factor de mantenimiento.
- El método de cálculo utilizado es el de los nueve puntos, el cual toma su información de las curvas isolux de las luminarias, proporcionadas por los fabricantes.

### **3.2 MÉTODO DE LOS NUEVE PUNTOS:**

Los valores de iluminación se obtienen graficando la calzada y veredas a escala en una curva isolux y hallando, por lecturas en dicha curva, los valores de iluminación en cada punto.

La iluminación en cada punto se obtiene por la sumatoria de los aportes de las iluminarias contiguas a dicho punto (ver gráfico N° 1). Así, para un área determinada (ver gráfico N° 2), la iluminación en cada punto sería.

$$E_n = \sum_i E_{ni}$$

Donde:

$n$  = punto considerado (I, II, III, .....VIII y IX)

$E_n$  = iluminación en el punto n.

$E_{ni}$  = iluminación en el punto n debido a la contribución de la iluminación i

( i = 1, 2, 3, .....).

### 3.3 DISPOSICIONES BASICAS DE LAS LUMINARIAS AREAS DE CALCULO Y LUMINARIAS QUE INFLUYEN

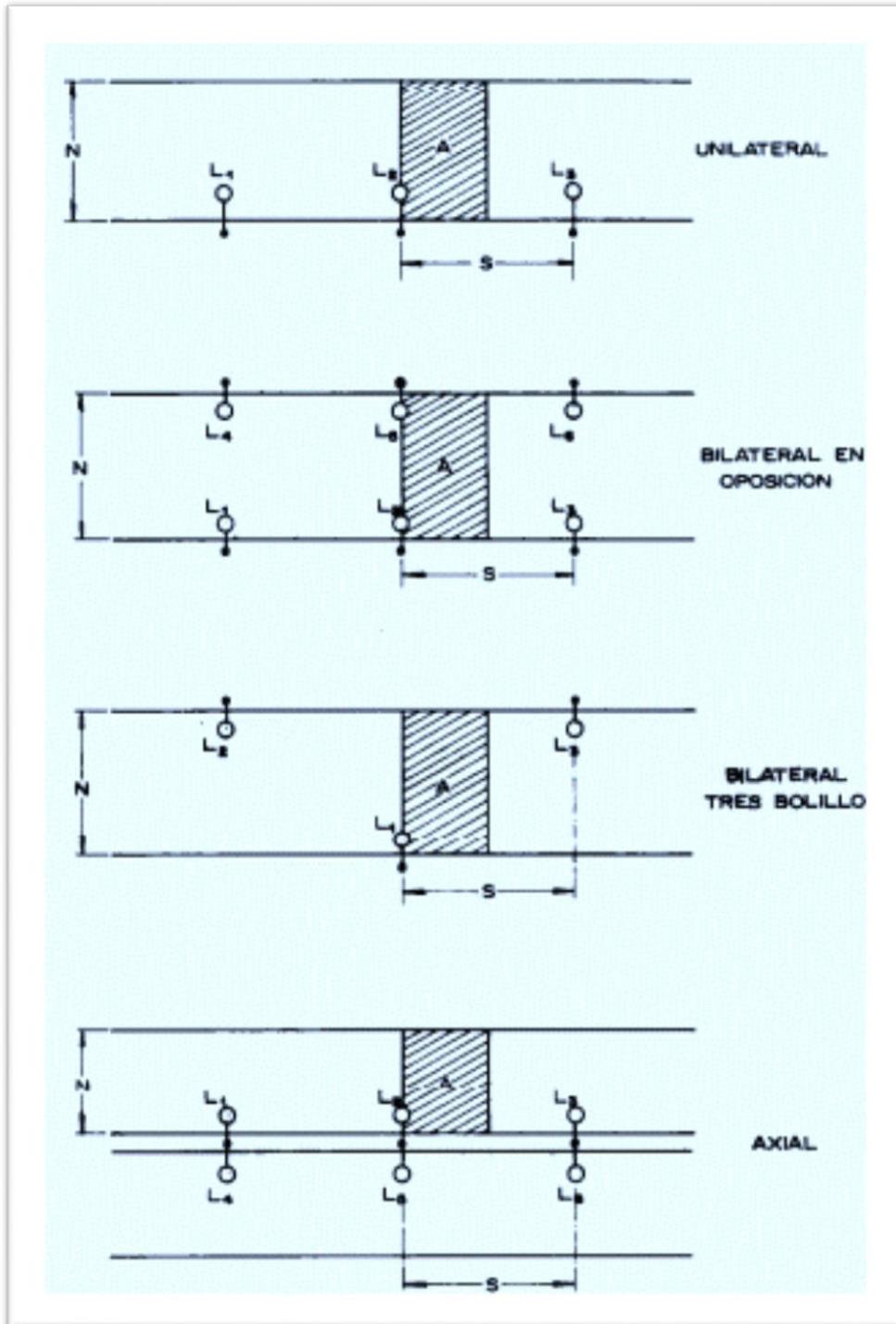


Imagen N° 18

### DETERMINACION DE LOS NUEVE PUNTOS PARA UNA AREA ESPECIFICA

(DISTRIBUCION UNILATERAL EN ESTE CASO Y SIMILAR PARA LOS OTROS)

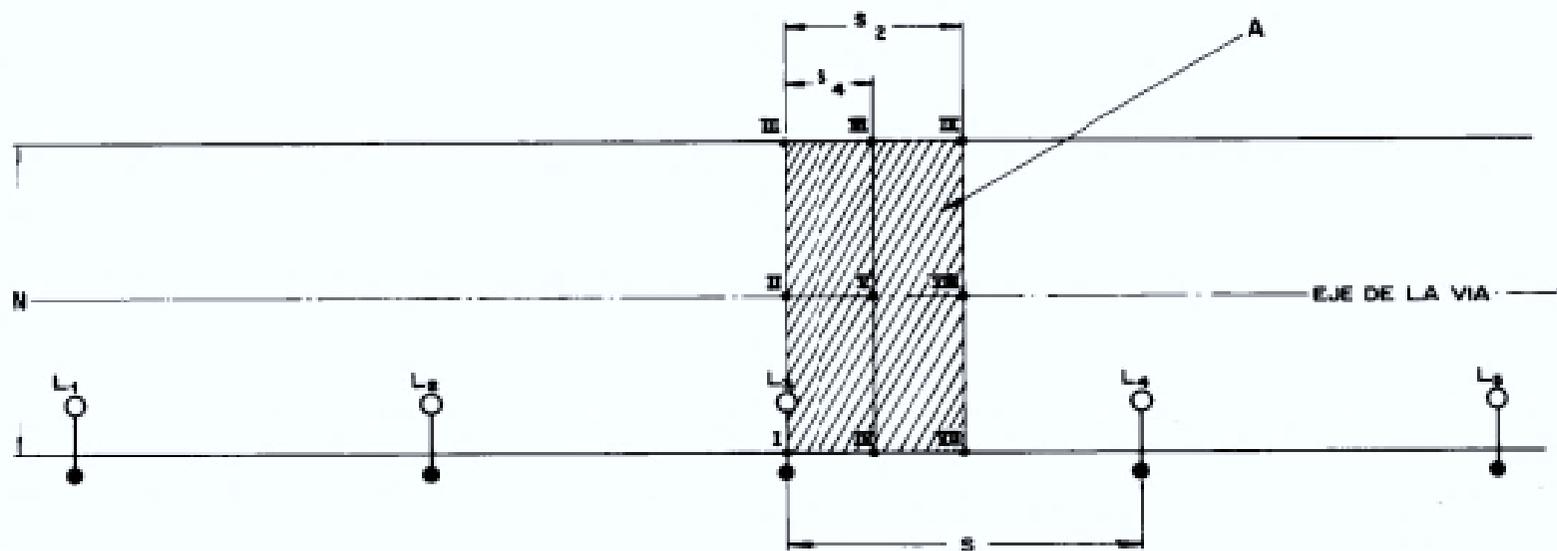


Imagen N° 19 fuente( Norma Luz Del Sur )

El valor medio de iluminación se obtendrá con la fórmula:

$$E_{med} = \frac{1}{4}E_x + \frac{1}{8}(E_{II} + E_{II} + E_{II} + E_{III}) + \frac{1}{16}(E_I + E_{II} + E_{III} + E_{II})$$

### **3.4 CALCULO DE LOS FACTORES DE UNIFORMIDAD:**

Los factores de uniformidad se determinan en base a los niveles de iluminación.

#### **3.4.1 FACTOR DE UNIFORMIDAD MEDIO (FUM)**

$$FUM = \frac{E_{min}}{E_{med}}$$

Donde:

$E_{min}$  = iluminación mínima en un punto de la superficie de la calzada.

$E_{med}$  = valor medio de iluminación

#### **3.4.2 FACTOR DE UNIFORMIDAD EXTREMO (FUE)**

$$FUE = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

Donde

$E_{max}$  – iluminación máxima en un punto de la superficie de la calzada.

#### **3.4.3 FACTOR DE UNIFORMIDAD TRANSVERSAL (FUT)**

Relación ( $E_{mín}/E_{máx}$ ) más pequeña sobre un eje transversal cualquiera de la calzada.

#### **3.4.4 FACTOR DE UNIFORMIDAD LONGITUDINAL (FUL)**

Relación ( $E_{mín}/E_{máx}$ ) más pequeña medida sobre un eje longitudinal cualquiera de la calzada.

### 3.4.5 ILUMINACION EN LA VEREDAS

No deberá ser inferior al 20% de la iluminación media de la calzada. Su cálculo es similar al de la calzada.

### 3.4.6 FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM)

Relación (*Emed. En servicio/Emed. Inicial*) no mayor a 0.8

$$FM \leq 0.8$$

### 3.4.7 CALCULO DE UNA LUMINARARIA INSTALADA ACTUAMENTE :

Ver gráfico N° 20 y secuencia del gráfico.

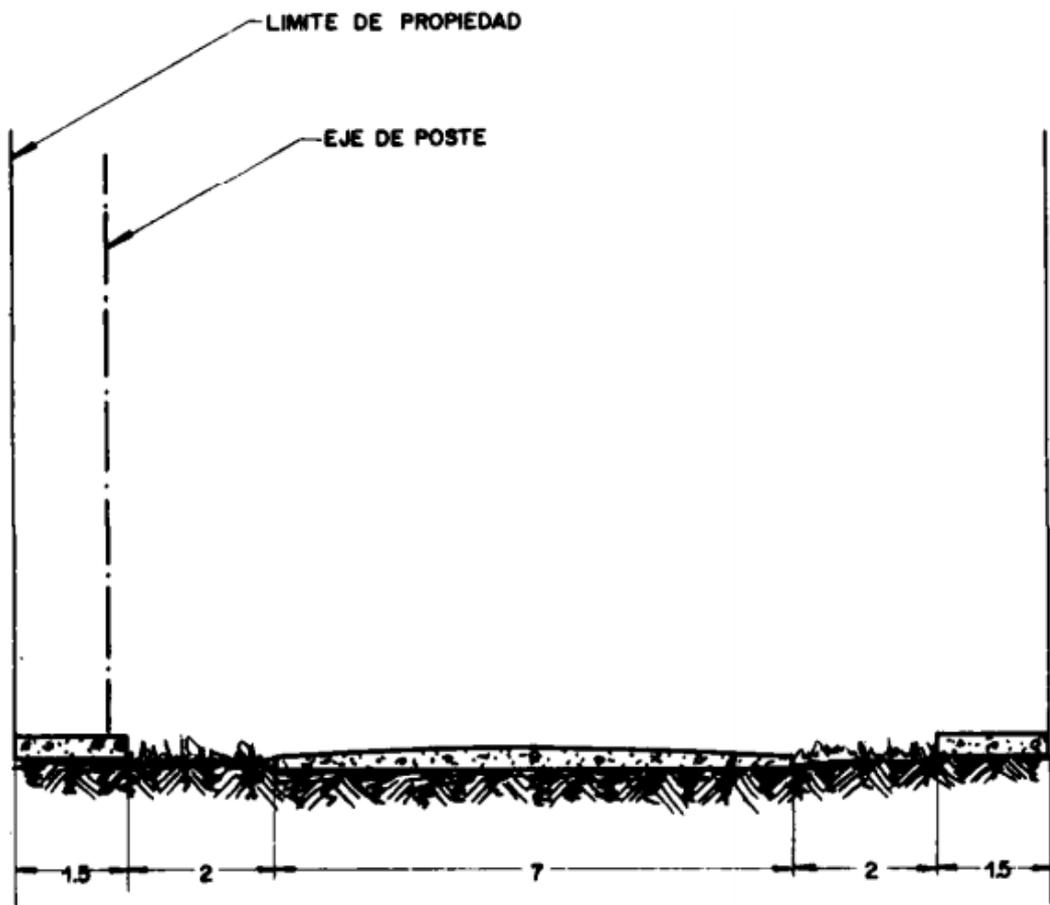


Imagen N° 20

Luego:

Graficando la escala las veredas, bermas y pista sobre las curvas isolux, tenemos lo mostrado en el grafico N°21 de donde determinamos  $E_n$  en cada punto, así para la calzada (pista):

$$E_I = E_{I1} + E_{I2} + E_{I3} = 2.5 + 30 + 2.5 = 35 \quad Lux$$

En forma sucesiva y similar:

$$E_{II} = E_{II1} + E_{II2} + E_{II3} = 2.5 + 9 + 2.5 = 14 \quad Lux$$

$$E_{III} = E_{III1} + E_{III2} + E_{III3} = 1.5 + 3.5 + 1.5 = 6.5 \quad Lux$$

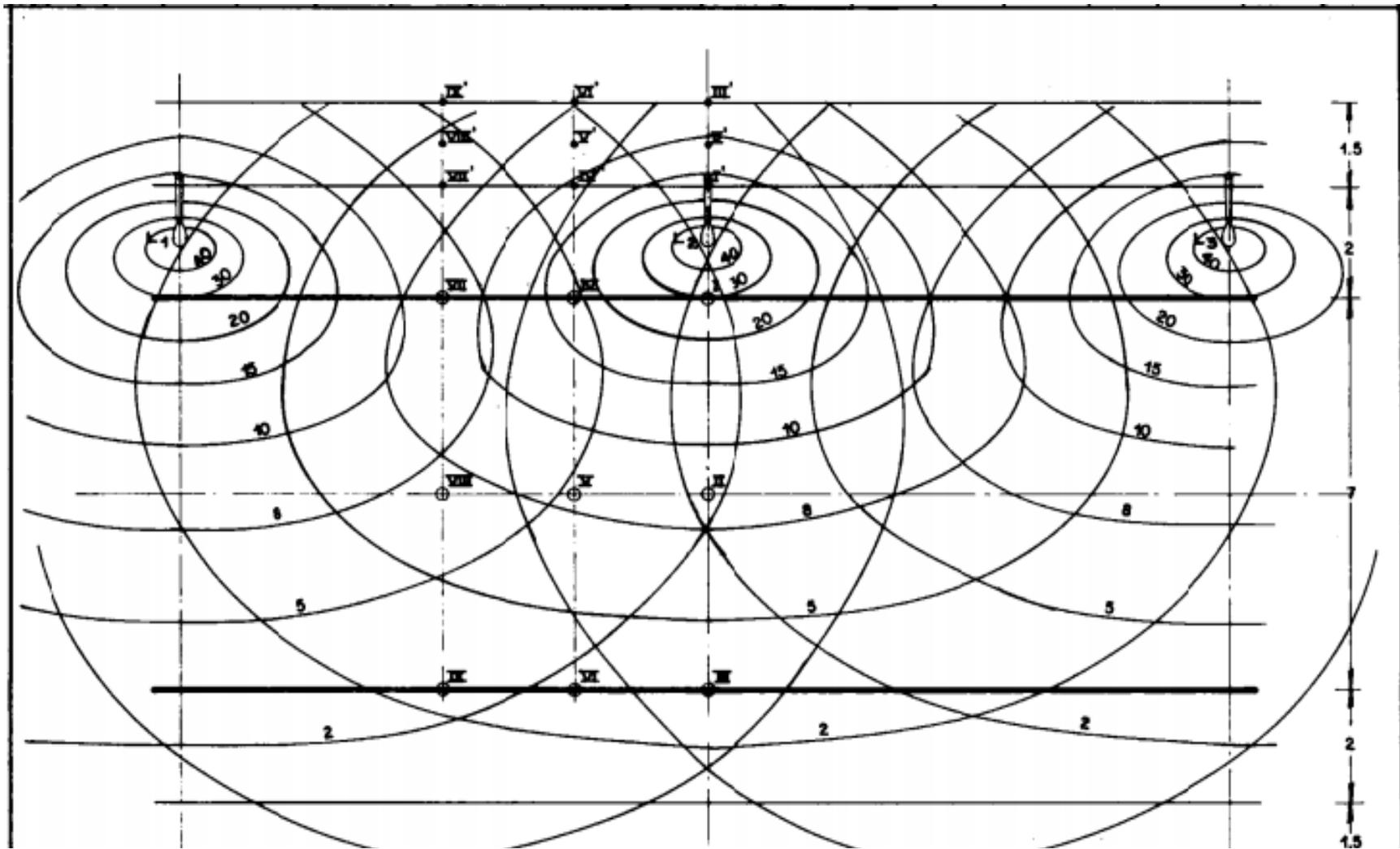


Imagen N° 21

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

$$E_{Iv} = E_{Iv1} + E_{Iv2} + E_{Iv3} = 5.5 + 17 + 1.25 = 23.75 \quad Lux$$

Entonces:

$$E_{med} = \frac{1}{4}(14.3) + \frac{1}{8}(14 + 23.75 + 5.5 + 14.5) + \frac{1}{16}(35 + 6.5 + 18.5 + 6)$$

$E_{med} = 14.9 \text{ Lux}$
------------------------------

$$FUM = \frac{E_{min}}{E_{med}} = \frac{5.5}{14.9}$$

$$FUE = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

$$FUT = \frac{E_{vl}}{E_{lv}}$$

$$FUL = \frac{E_{Ix}}{E_{III}}$$

$$FM = \frac{E_{med \text{ servicio}}}{E_{med \text{ inicial}}} \quad \text{despejando } E_{med \text{ servicio}} \text{ tenemos:}$$

$$E_{med \text{ servicio}} = FM \times E_{med \text{ inicial}} \quad E_{med \text{ servicio}} = 0.8 \times 14.9 =$$

11.92 Lux
-----------

La iluminación en las veredas:

$$E_{I^1} = E_{I1^1} + E_{I2^1} + E_{I3^1} = 1.7 + 17 + 1.7 = 20.4 \quad Lux$$

$$E_{II^1} = E_{II1^1} + E_{II2^1} + E_{II3^1} = 1.5 + 12 + 1.5 = 15 \quad Lux$$

$$E_{III^1} = E_{III1^1} + E_{III2^1} + E_{III3^1} = 1.3 + 9 + 1.3 = 11.6 \quad Lux$$

$$E_{IV^1} = E_{IV1^1} + E_{IV2^1} + E_{IV3^1} = 4 + 12 + 0.7 = 16.7 \quad Lux$$

$$E_{V^1} = E_{V1^1} + E_{V2^1} + E_{V3^1} = 3 + 9 + 0.5 = 12.5 \quad Lux$$

$$E_{VI^1} = E_{VI1^1} + E_{VI2^1} + E_{VI3^1} = 2 + 8 + 8 = 10.5 \quad Lux$$

$$E_{VII^1} = E_{VII_1^1} + E_{VII_2^1} + E_{VII_3^1} = 7 + 7 + 0 = 14 \text{ Lux}$$

$$E_{VIII^1} = E_{VIII_1^1} + E_{VIII_2^1} + E_{VIII_3^1} = 6 + 6 + 0 = 12 \text{ Lux}$$

$$E_{IX^1} = E_{IX_1^1} + E_{IX_2^1} + E_{IX_3^1} = 4.5 + 4.5 + 0 = 9 \text{ Lux}$$

Entonces:

$$E_{med} = \frac{1}{4}(12.5) + \frac{1}{8}(15 + 16.7 + 10.5 + 12) + \frac{1}{16}(20.4 + 11.6 + 14 + 9) \quad \boxed{E_{med} = 13.2}$$

$$FUM = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{9}{13.2} \quad \boxed{FUM = 0.68}$$

$$FUE = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{9}{20.4} \quad \boxed{FUE = 0.44}$$

### 3.5 PLANO DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA

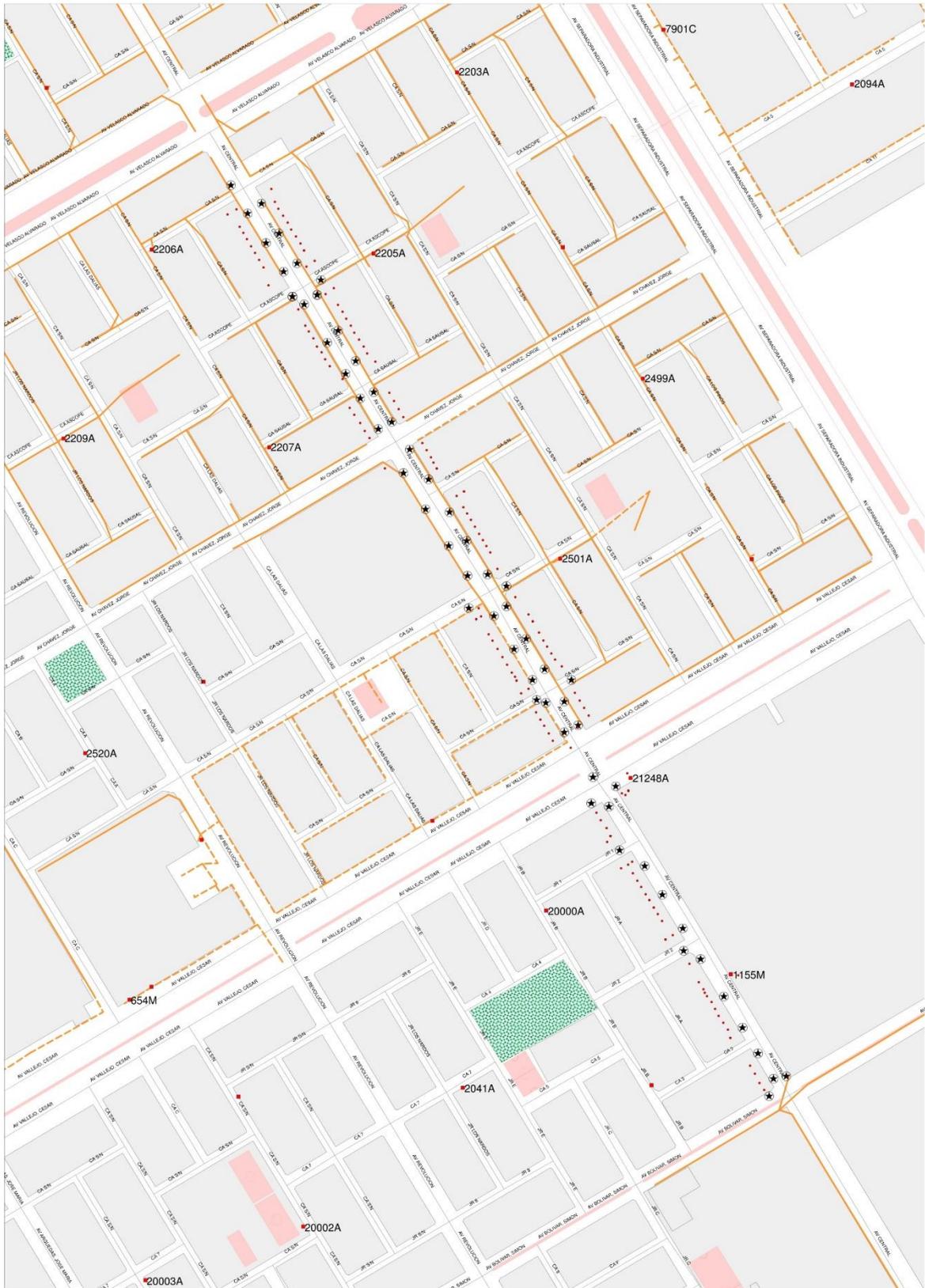


Imagen N° 22 Plano muestra 1

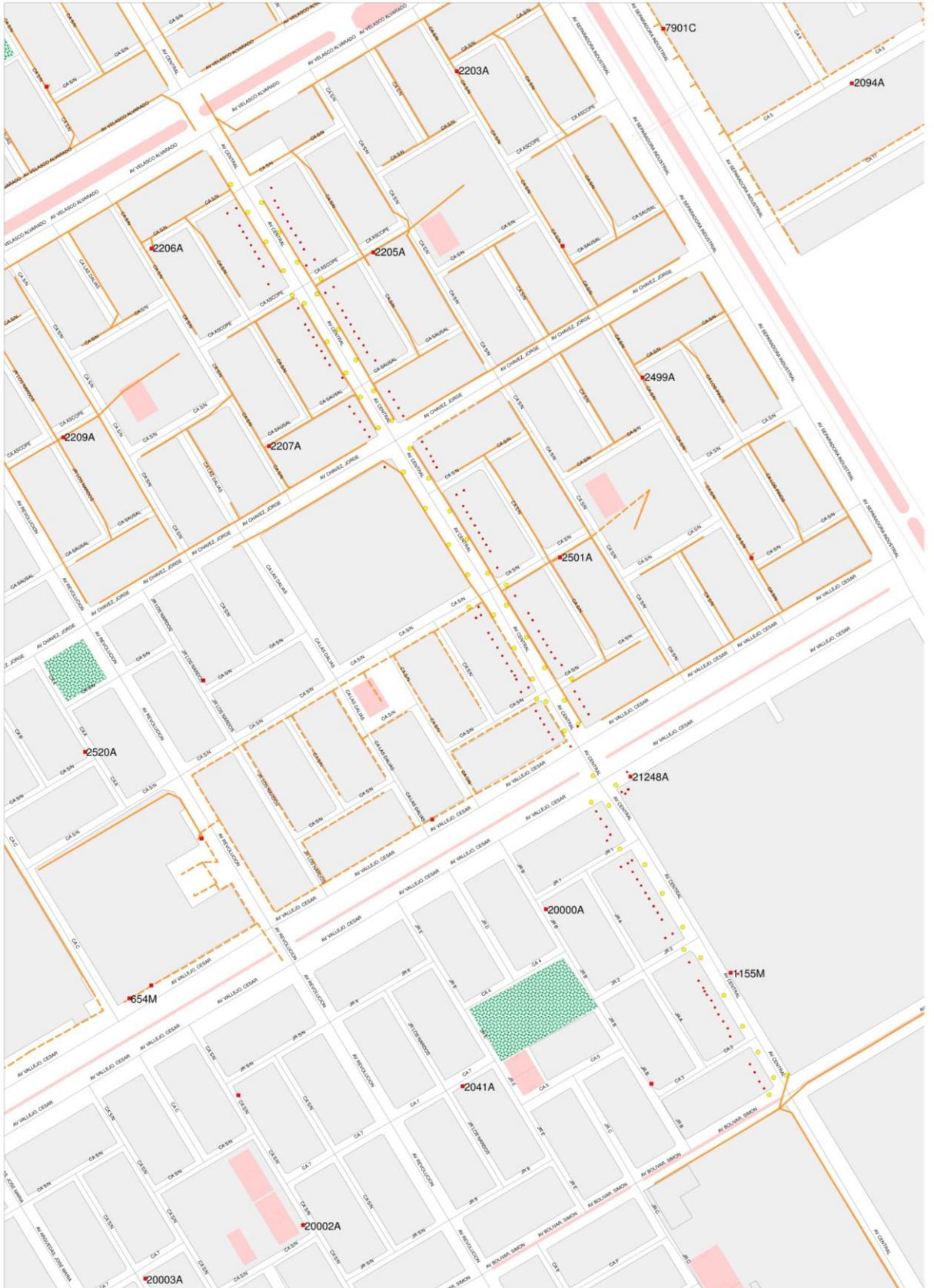


Imagen N° 23 Plano muestra 2

### **3.6 SIMULACION DEL CASO DE ESTUDIO PROGRAMA DIALux**

#### **“ANÁLISIS DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED APLICADO EN LA AVENIDA CENTRAL DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR”,**

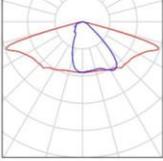
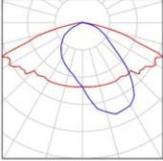
Estudio de iluminación de las luminarias instaladas actualmente en el distrito de tecnología tipo LED, para proponerlos como equipo de iluminación en el área bajo estudio, todo esto con la finalidad de obtener la mayor eficiencia energética y luminica.

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 17.03.2017  
Proyecto elaborado por: JORGE A. ROSAS HUARACHI

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**"ANÁLISIS DE INGENIERÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED  
APLICADO EN LA AVENIDA CENTRAL DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR", /  
Lista de luminarias**

7 Pieza	PHILIPS BGP383 1xGRN120/830 DM N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 10648 lm Flujo luminoso (Lámparas): 12100 lm Potencia de las luminarias: 95.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 43 77 98 100 88 Lámpara: 1 x GRN120/830/- (Factor de corrección 1.000).		
6 Pieza	PHILIPS SRP222 1xSON-TPP150W P4_220 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 14175 lm Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm Potencia de las luminarias: 169.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 39 73 96 99 81 Lámpara: 1 x SON-TPP150W/220 (Factor de corrección 1.000).		

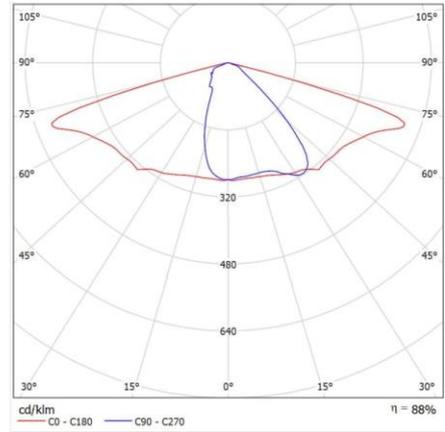
Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**PHILIPS BGP383 1xGRN120/830 DM / Hoja de datos de luminarias**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 77 98 100 88

Emisión de luz 1:



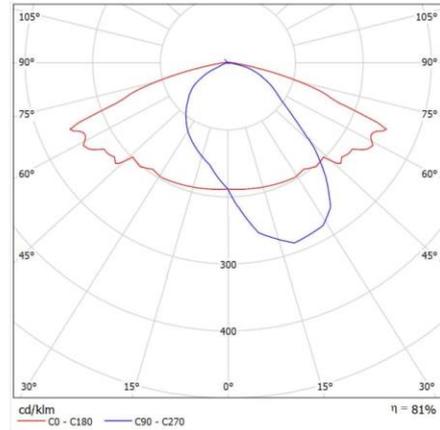
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**PHILIPS SRP222 1xSON-TPP150W P4\_220 / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 39 73 96 99 81

AluRoad – la sencillez en el alumbrado público AluRoad es una luminaria robusta y compacta para alumbrado viario que combina un diseño atractivo con un excelente rendimiento luminoso. Resulta muy sencilla de instalar y de mantener.

Con una amplia selección de lámparas muy eficientes desde el punto de vista energético y un precio económico, AluRoad resulta un producto de gran valor.

La impresión visual que se crea con la carcasa de aluminio y el cierre de policarbonato lo hace compatible con las aplicaciones de alumbrado viario existentes.

AluRoad se encuentra disponible en dos tamaños – 450 y 560 mm, con los reflectores ajustables correspondientes – y resulta adecuado tanto para el montaje de acceso lateral (con accesorio) como de tipo post-top.

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

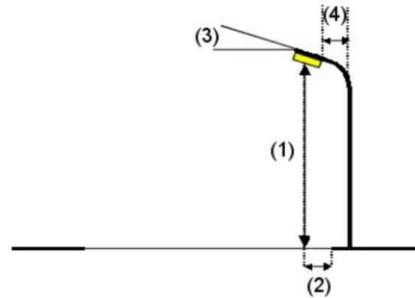
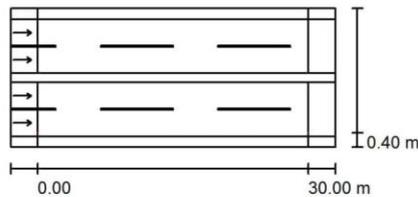
**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Datos de planificación**

**Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.200 m)
Calzada 2	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central 1	(Anchura: 1.000 m, Altura: 0.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.200 m)

Factor mantenimiento: 0.80

**Disposiciones de las luminarias**

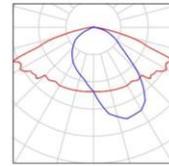


Luminaria:	PHILIPS SRP222 1xSON-TPP150W P4_220	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	14175 lm	con 70°: 283 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	17500 lm	con 80°: 64 cd/klm
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 90°: 14 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	30.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Altura de montaje (1):	10.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Altura del punto de luz:	9.999 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.400 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

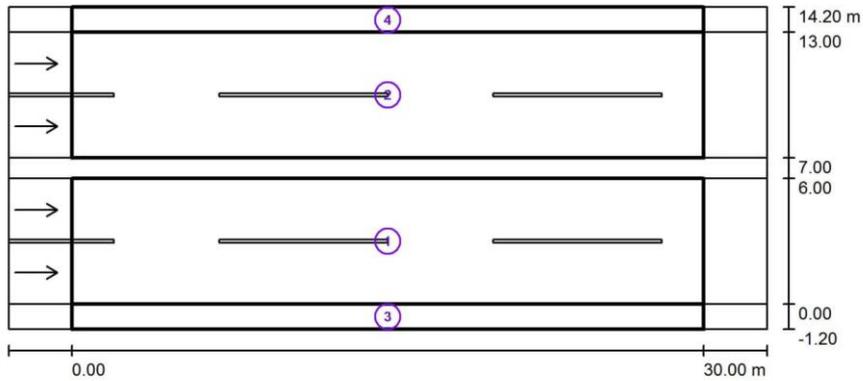
**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Lista de luminarias**

PHILIPS SRP222 1xSON-TPP150W P4\_220  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 14175 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 169.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 39 73 96 99 81  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W/220 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Resultados  
 luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:258

**Lista del recuadro de evaluación**

- Recuadro de evaluación Calzada 1  
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 6.000 m  
 Trama: 10 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.40	0.68	0.90	7	0.70
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Resultados  
 luminotécnicos**

**Lista del recuadro de evaluación**

- 2 Recuadro de evaluación Calzada 2  
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 6.000 m  
 Trama: 10 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  | $L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ] | U0     | UI     | TI [%] | SR     |
|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Valores reales según cálculo:    | 0.52                       | 0.43   | 0.75   | 11     | 1.17   |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 0.75                     | ≥ 0.40 | ≥ 0.60 | ≤ 15   | ≥ 0.50 |
| Cumplido/No cumplido:            | ✗                          | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |
- 
- 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.200 m  
 Trama: 10 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  | $E_m$ [lx] | U0     |
|----------------------------------|------------|--------|
| Valores reales según cálculo:    | 16.31      | 0.56   |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 7.50     | ≥ 0.40 |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓          | ✓      |
- 
- 4 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2  
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.200 m  
 Trama: 10 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  | $E_m$ [lx] | U0     |
|----------------------------------|------------|--------|
| Valores reales según cálculo:    | 4.85       | 0.84   |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 7.50     | ≥ 0.40 |
| Cumplido/No cumplido:            | ✗          | ✓      |

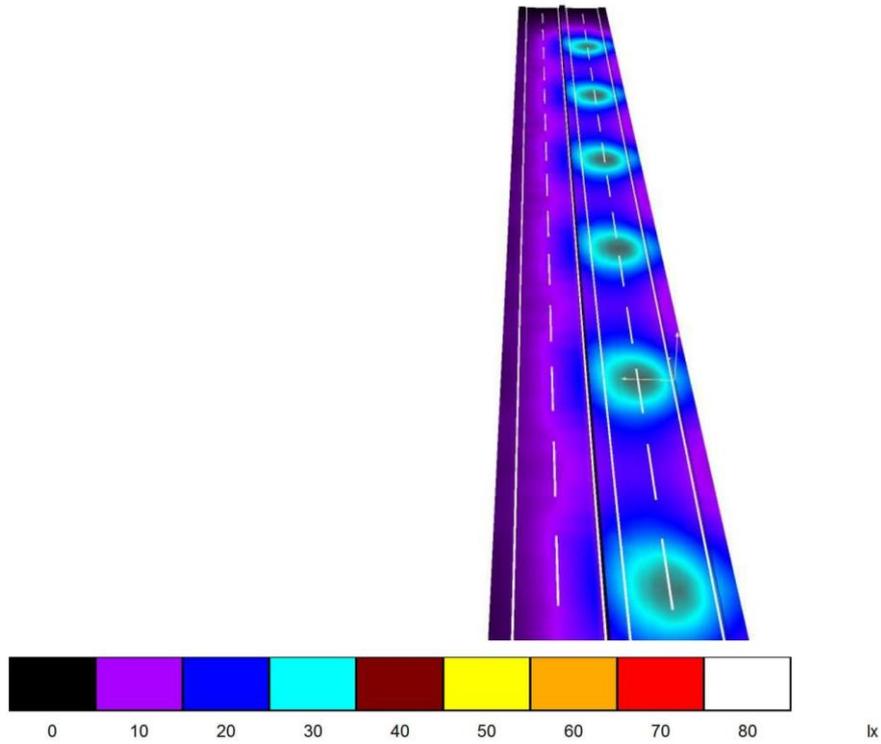
Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Rendering  
(procesado) en 3D**



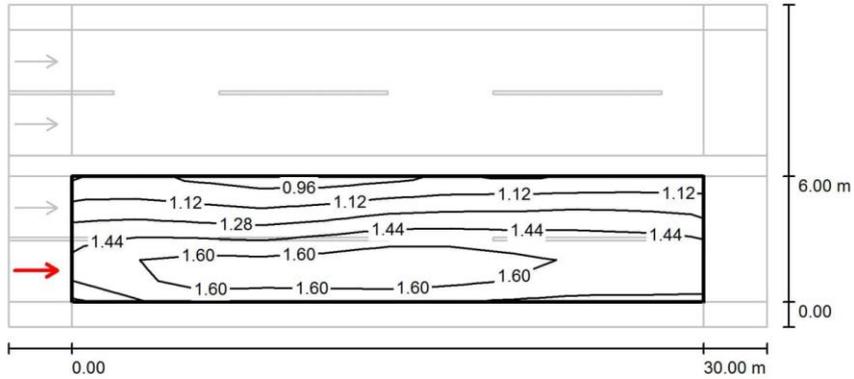
Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Rendering  
(procesado) de colores falsos**



Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)**



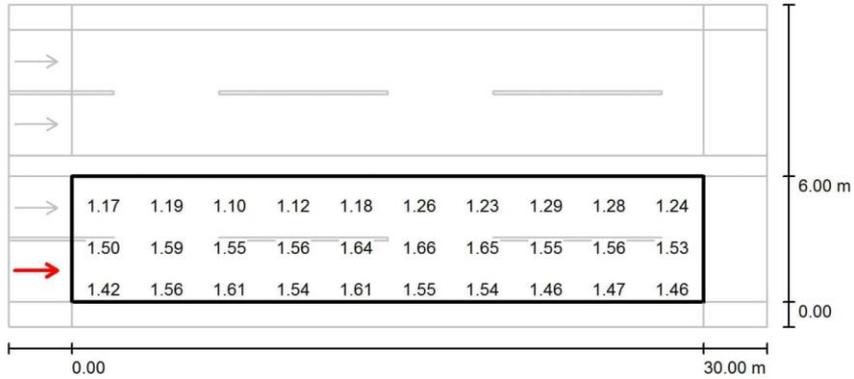
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.40	0.68	0.90	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

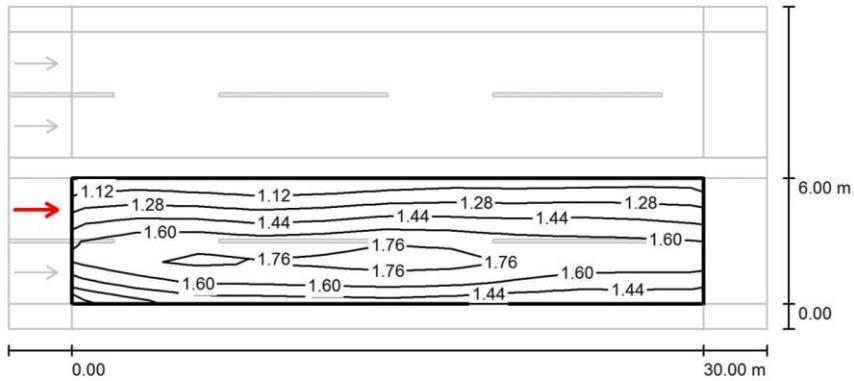
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.40	0.68	0.90	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

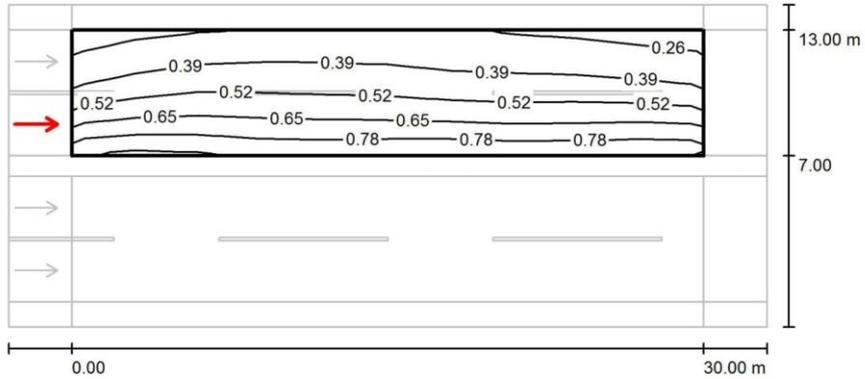
Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.49	0.70	0.91	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L)**



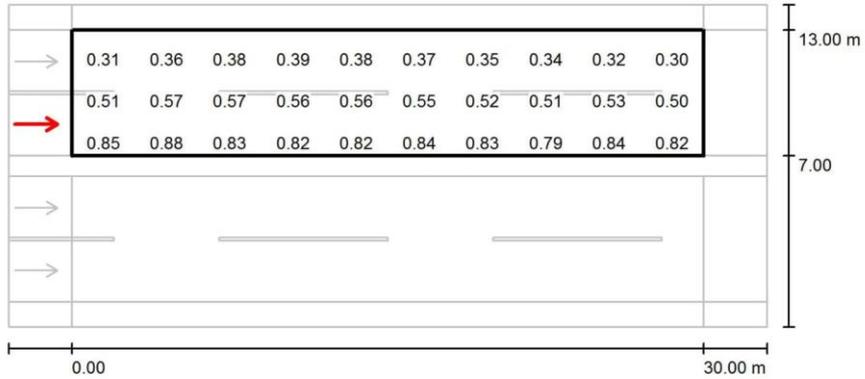
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 8.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.52	0.46	0.89	11
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✘	✔	✔	✔

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

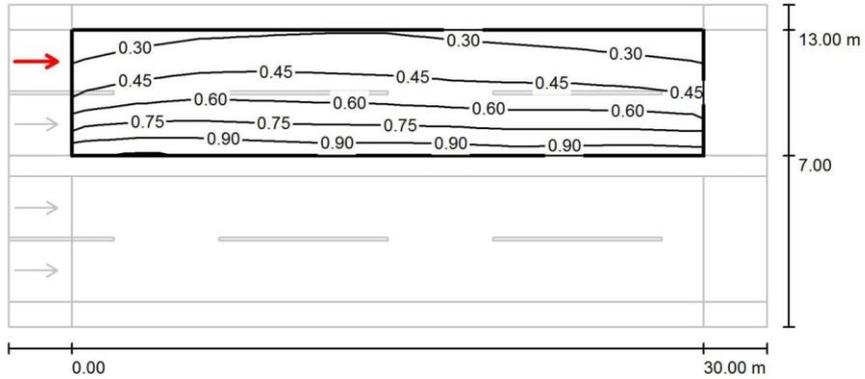
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 8.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.52	0.46	0.89	11
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✗	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Isolíneas (L)**



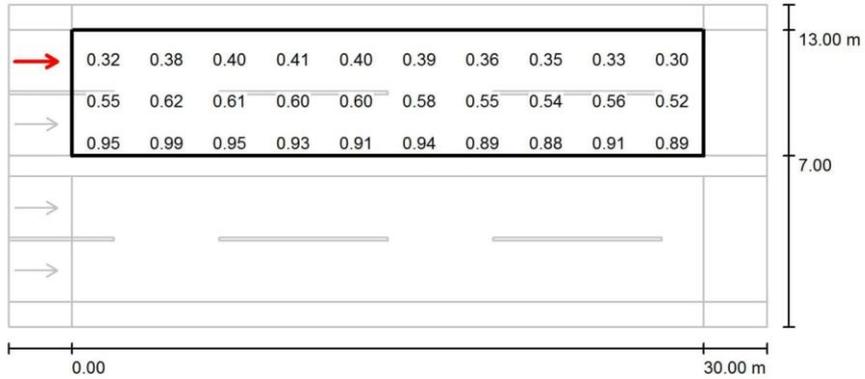
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 11.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.56	0.43	0.75	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: red;">✗</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 258

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 11.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.56	0.43	0.75	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✗	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

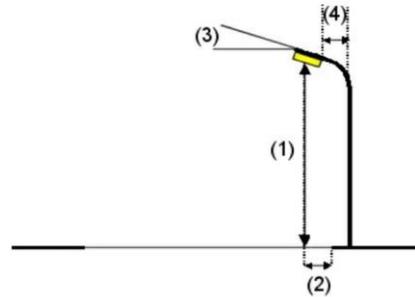
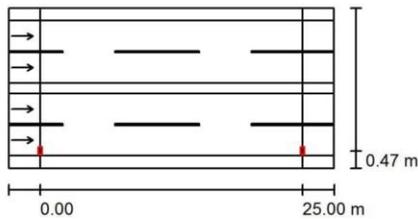
**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Datos de planificación**

**Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.200 m)
Calzada 2	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central 1	(Anchura: 1.000 m, Altura: 0.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.200 m)

Factor mantenimiento: 0.80

**Disposiciones de las luminarias**

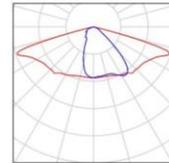


Luminaria:	PHILIPS BGP383 1xGRN120/830 DM	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	10648 lm	con 70°: 630 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	12100 lm	con 80°: 142 cd/klm
Potencia de las luminarias:	95.0 W	con 90°: 16 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	25.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.
Altura de montaje (1):	10.100 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Altura del punto de luz:	9.974 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.500 m	
Inclinación del brazo (3):	15.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

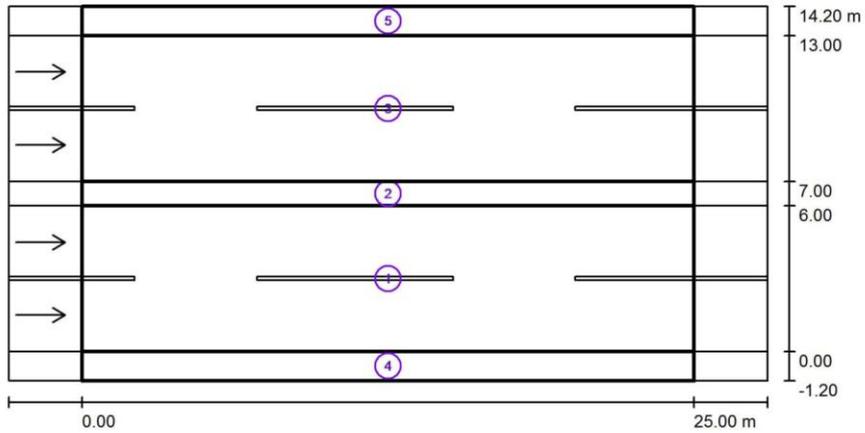
### AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Lista de luminarias

PHILIPS BGP383 1xGRN120/830 DM  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 10648 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 12100 lm  
Potencia de las luminarias: 95.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 77 98 100 88  
Lámpara: 1 x GRN120/830/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Resultados luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

**Lista del recuadro de evaluación**

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
 Longitud: 25.000 m, Anchura: 6.000 m  
 Trama: 10 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.27	0.65	0.78	8	0.61
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Resultados luminotécnicos**

**Lista del recuadro de evaluación**

- 2 Recuadro de evaluación Arcén central 1  
 Longitud: 25.000 m, Anchura: 1.000 m  
 Trama: 10 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Arcén central 1.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|
|                                  | $E_m$ [lx]  | U0          |
| Valores reales según cálculo:    | 18.92       | 0.84        |
| Valores de consigna según clase: | $\geq 7.50$ | $\geq 0.40$ |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓           | ✓           |
- 
- 3 Recuadro de evaluación Calzada 2  
 Longitud: 25.000 m, Anchura: 6.000 m  
 Trama: 10 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  |                            |             |             |           |             |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
|                                  | $L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ] | U0          | UI          | TI [%]    | SR          |
| Valores reales según cálculo:    | 0.78                       | 0.72        | 0.88        | 9         | 0.96        |
| Valores de consigna según clase: | $\geq 0.75$                | $\geq 0.40$ | $\geq 0.60$ | $\leq 15$ | $\geq 0.50$ |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓                          | ✓           | ✓           | ✓         | ✓           |
- 
- 4 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
 Longitud: 25.000 m, Anchura: 1.200 m  
 Trama: 10 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|
|                                  | $E_m$ [lx]  | U0          |
| Valores reales según cálculo:    | 9.91        | 0.43        |
| Valores de consigna según clase: | $\geq 7.50$ | $\geq 0.40$ |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓           | ✓           |

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

## AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Resultados luminotécnicos

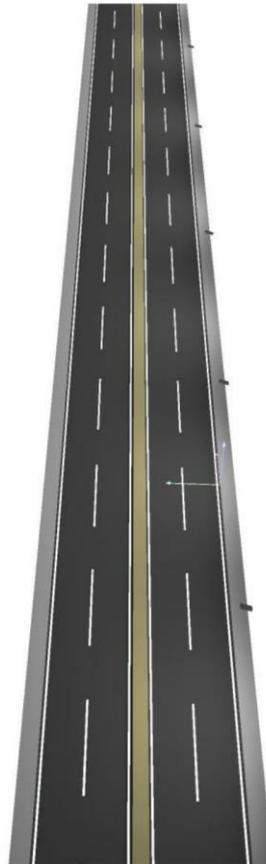
### Lista del recuadro de evaluación

- 5 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2  
Longitud: 25.000 m, Anchura: 1.200 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.  
Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	11.07	0.92
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 0.40$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

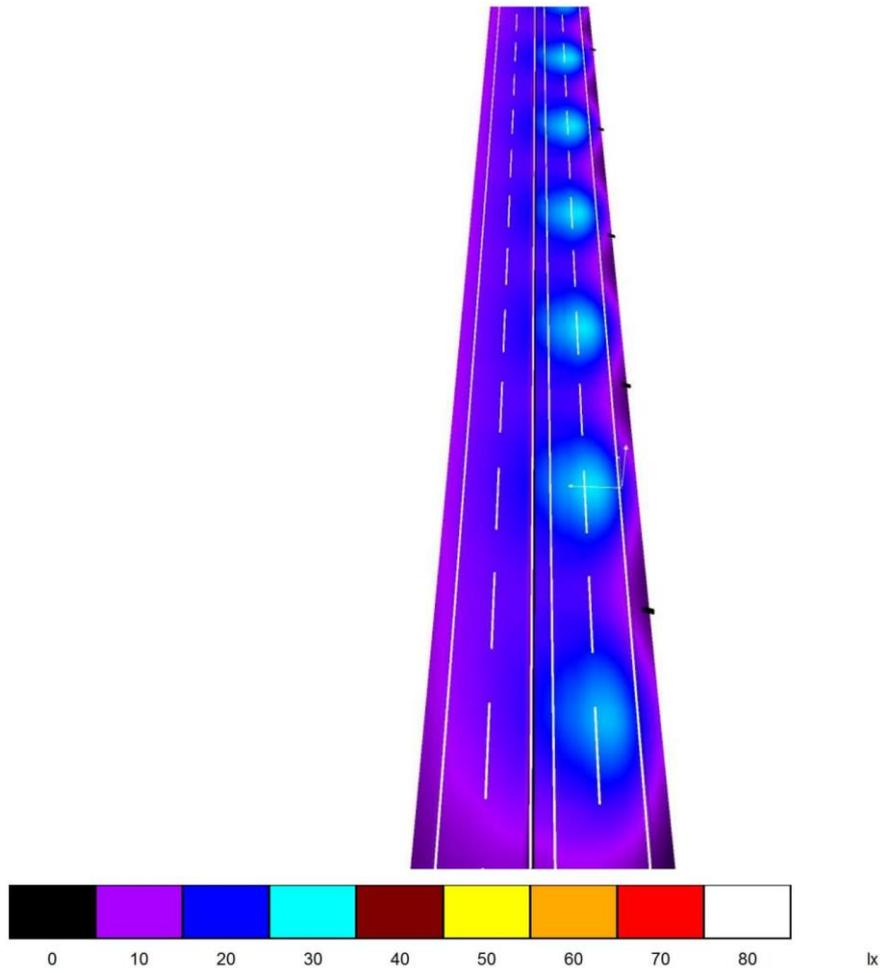
Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Rendering (procesado) en 3D**



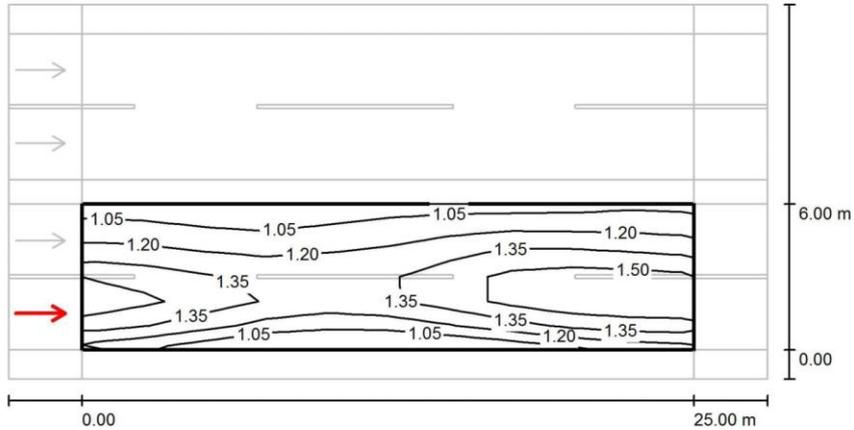
Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
Teléfono 976369486  
Fax  
e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Rendering (procesado) de colores falsos**



Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 /  
 Isolíneas (L)**



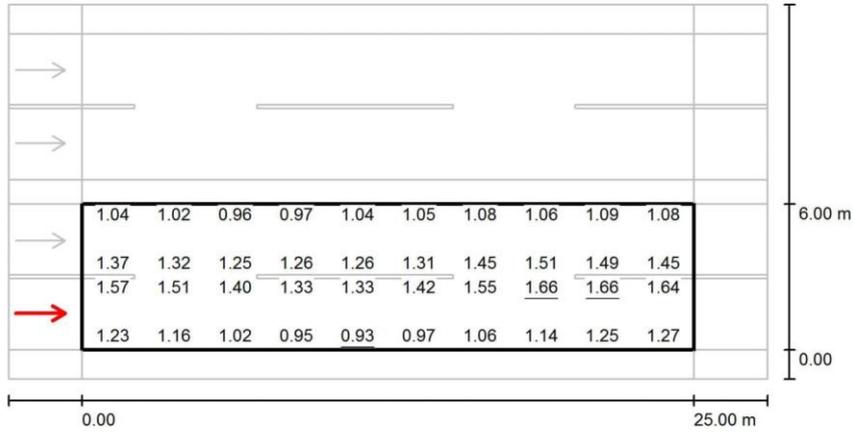
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.27	0.73	0.78	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

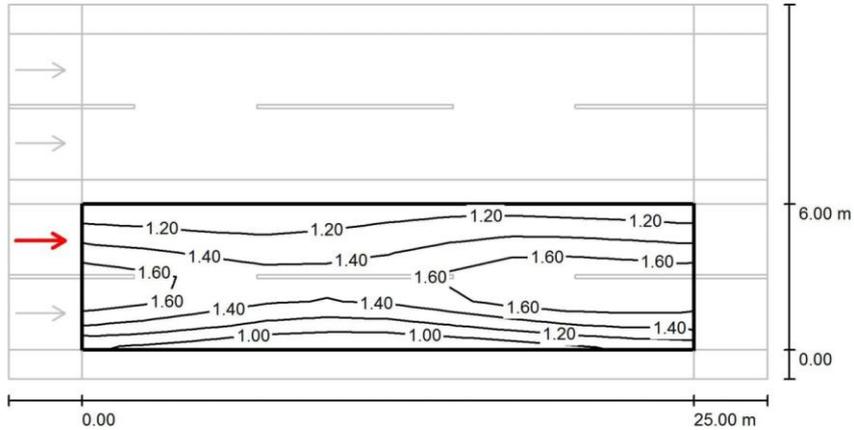
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L <sub>m</sub> [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.27	0.73	0.78	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 /  
 Isolíneas (L)**



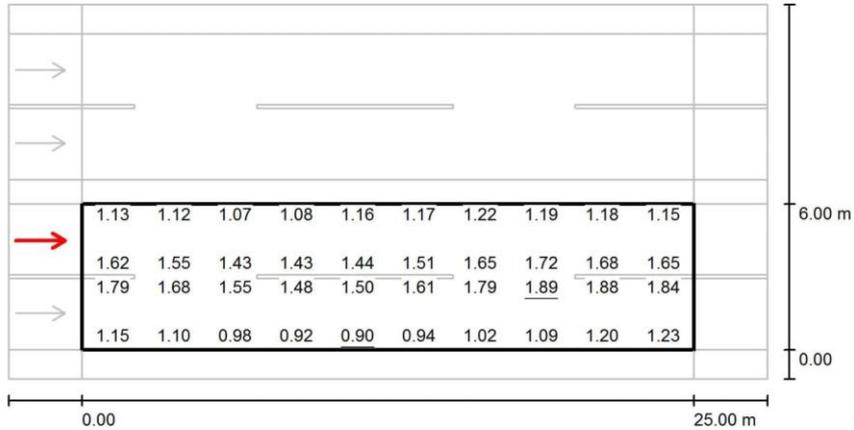
Valores en Candela/m², Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.38	0.65	0.85	8
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

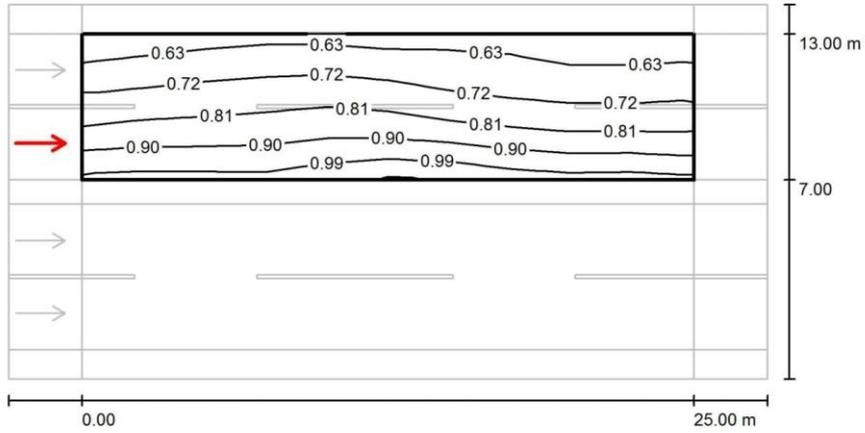
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.38	0.65	0.85	8
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 /  
 Isolíneas (L)**



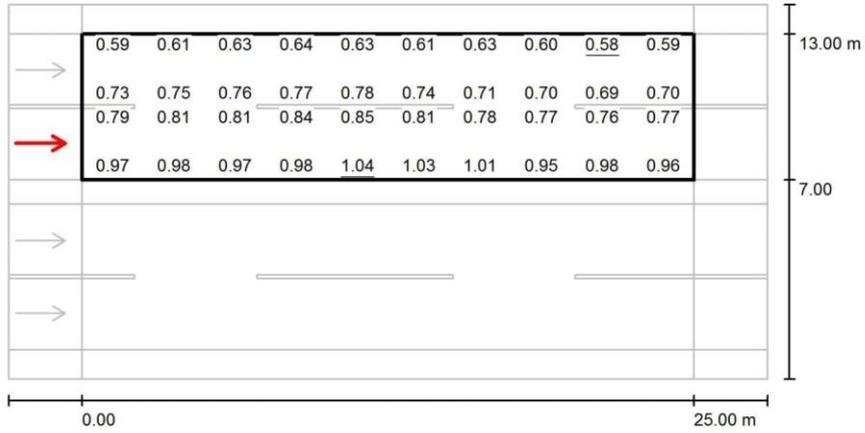
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 8.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.78	0.75	0.93	9
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

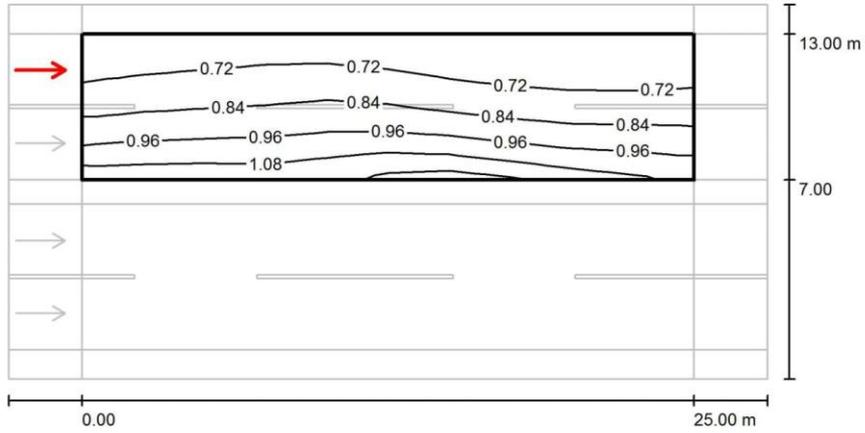
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 8.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.78	0.75	0.93	9
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 /  
 Isolíneas (L)**



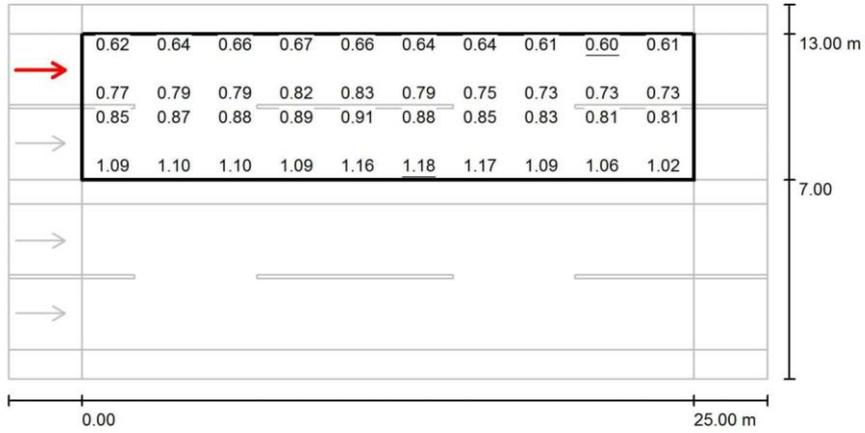
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 11.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.84	0.72	0.88	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por JORGE A. ROSAS HUARACHI  
 Teléfono 976369486  
 Fax  
 e-Mail jorgerosash@outlook.com

**AV CENTRAL LUMINARIAS LED / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Gráfico de valores (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 222

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos  
 Posición del observador: (-60.000 m, 11.500 m, 1.500 m)  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L <sub>m</sub> [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.84	0.72	0.88	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓





## FACTURACIÓN ENERGÍA LUMINARAS LED

PRECIOS PARA LA VENTA DE ENERGÍA, SIN IGV							ENERGÍA ELÉCTRICA - INGRESO VS EGRESOS			Consumo	Monto sin IGV (S./.)
Tipo	Cargo Fijo Mensual S./.	Cargo Energía Activa S./ KW/H	Cargo Energía Reactiva S./ Kvar	Potencia Distribución S./ Kw(Promedio de los dos últimos meses antes)	Potencia de Generación S./ Kw(Potencia Máxima del Mes)	Item	Energía Activa Kw/hora	Soles sin IGV			
BTS	2.5000	0.4870				Por Cobrar	2,040.00	993.48			
Alicuota por Electrificación		0.00770									
Local	Tarifa	ENERGÍA ACTIVA				ENERGÍA REACTIVA				TOTAL ENERGÍA	
		Lectura Actual	Lectura Anterior	Consumo KW/H	Monto Sin IGV	Lectura Actual	Lectura Anterior	Consumo Kvar	Monto Sin IGV	Total S/ Sin IGV	Observaciones
LUMINARIA 1	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 2	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 3	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 4	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 5	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 6	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 7	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 8	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 9	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 10	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 11	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 12	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 13	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 14	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 15	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 16	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 17	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 18	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 19	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 20	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 21	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 22	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 23	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 24	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 25	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 26	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 27	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 28	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 29	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 30	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 31	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 32	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 33	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 34	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 35	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 36	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 37	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 38	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 39	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 40	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 41	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 42	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 43	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 44	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 45	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 46	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 47	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 48	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 49	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 50	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 51	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 52	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 53	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 54	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 55	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 56	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 57	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 58	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 59	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	
LUMINARIA 60	BTS	34.00	-	34.00	16.56	-	-	-	-	20.93	

**FACTURACIÓN ENERGÍA LUMINARIAS VAPOR DE SODIO ALTA PRESION**

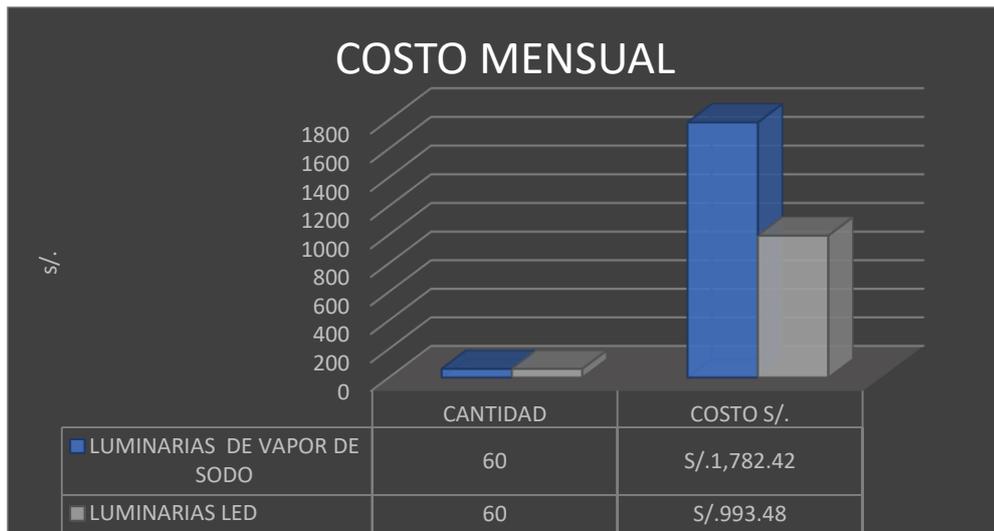
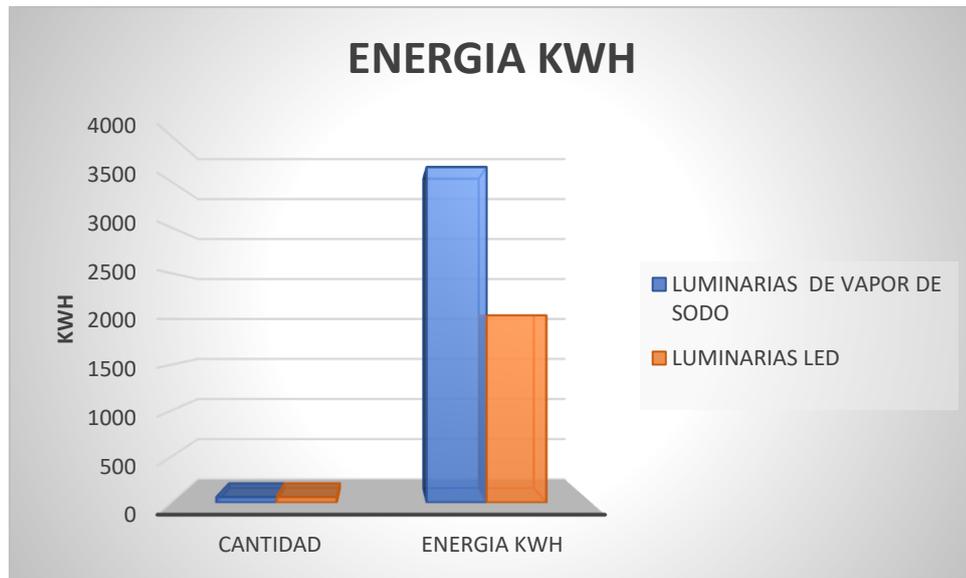
PRECIOS PARA LA VENTA DE ENERGÍA, SIN IGV						ENERGÍA ELÉCTRICA - INGRESO VS EGRESOS			Consumo	Monto sin IGV (S/.)	
Tipo	Cargo Fijo Mensual S/.	Cargo Energía Activa S./ KW/H	Cargo Energía Reactiva S./ Kvar	Potencia Distribución S./ Kw(Promedio de los dos últimos meses más altos de los 6 meses antes)	Potencia de Generación S./ Kw(Potencia Máxima del Mes)	Item	Energía Activa Kw/hora	Soles sin IGV			
BTS	2.5000	0.4670				Por Cobrar	3,660.00	1,782.42			
Alicuota por Electrificación		0.00770							Energía Activa Kw	3,660.00	1,782.42

Local	Tarifa	ENERGÍA ACTIVA				ENERGÍA REACTIVA				TOTAL ENERGÍA	
		Lectura Actual	Lectura Anterior	Consumo KW/H	Monto Sin IGV	Lectura Actual	Lectura Anterior	Consumo Kvar	Monto Sin IGV	Total S/ Sin IGV	Observaciones
LUMINARIA 1	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 2	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 3	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 4	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 5	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 6	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 7	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 8	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 9	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 10	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 11	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 12	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 13	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 14	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 15	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 16	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 17	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 18	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 19	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 20	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 21	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 22	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 23	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 24	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 25	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 26	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 27	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 28	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 29	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 30	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 31	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 32	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 33	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 34	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 35	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 36	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 37	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 38	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 39	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 40	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 41	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 42	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 43	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 44	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 45	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 46	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 47	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 48	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 49	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 50	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 51	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 52	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 53	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 54	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 55	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 56	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 57	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 58	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 59	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	
LUMINARIA 60	BTS	61.00	-	61.00	29.71	-	-	-	-	34.29	



TIPO DE LUMINARIAS	CANTIDAD	ENERGIA kwh	COSTO S/.
LUMINARIAS DE VAPOR DE SODO	60	3,660.00	S/. 1,782.42
LUMINARIAS LED	60	2040.00	S/. 993.48
AHORRO		1,620.00	S/. 788.94
COSTO TOTAL DE M.O Y MATERIALES			S/. 32,224.63
AHORRO MENSUAL			S/. 788.94
CANTIDAD DE MESES PARA CUBRIR LA INVERSION			41 MESES
AÑOS APROX			4 AÑOS



## CONCLUSIONES

- Al analizar los parámetros técnicos y económicos de la instalación de la posible instalación de luminarias LED se concluye que es una tecnología que debemos comenzar a implementar en PERU pues en el capítulo III comprobamos que se obtiene un verdadero ahorro de energía en comparación con los luminarios actualmente usados.
- Una vez realizado la comparación podemos claramente saber las ventajas de las luminarias LED sobre las luminarias instaladas actualmente.
- Como ingenieros debemos considerar los beneficios ambientales que representa el tener un ahorro energético haciendo un uso eficiente de los recursos energéticos no renovables. Todo esto repercute en un beneficio a la misma sociedad, se demostró que el luminario ofrece un gran confort visual, sin contaminación lumínica con una mayor eficiencia proporcionando seguridad al transitar o conducir.
- Una vez cumplido los cuatro años en donde se recuperar la inversión realiza el Osinergmin deberá ajustar las alícuotas referida al costo del servicio público pues el costo disminuirá.

## RECOMENDACIONES

- Las luminarias LED pueden ser alimentados por un banco de baterías que a su vez estarían alimentadas por paneles solares, siendo así luminarios autónomos.
- Es importante el mencionar que buscamos que la iluminación sea la más adecuada por ello realizamos el estudio de cuál sería la mejor distribución usando los luminarios que se tienen actualmente.
- En próximos proyectos de iluminación de alumbrado público se debería considerar no solo el cambio de luminarias si no toda la estructura que soporta la luminaria ya que las estructuras instaladas actualmente son muy vulnerables ante cualquier desastre natural como terremotos e inundaciones.
- Los valores conseguidos para valores medios y uniformidades deben de ser siempre contrastados con los mínimos establecidos por la norma técnica peruana de iluminación pública, y de ser posible un ajuste, este se hará repitiendo los cálculos para espaciamientos entre postes (S) diferentes, así como para otras alturas de montaje (en este caso, deberán aplicarse los factores de corrección indicados en las curvas isolux)

## BIBLIOGRAFIA

- Norma Técnica de Alumbrado Público en Zonas de Concesión
- de Distribución - (NTAP), aprobado con R.M. N° 013-2003-EM/DM.  
<https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/IVCongresoGFE/archivos/4.%20Procedimientos/4.%20DISTRIBUCION%20CONSOLIDADO.pdf>
- PROCEDIMIENTO DE SUPERVISION DE LA OPERATIVIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO N° 078-2007-OS/CD  
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>
- Normatividad Eléctrica Ley de Concesiones Eléctricas y Reglamento Decreto Ley N° 25844 y Decreto Supremo N° 009-93-EM Ley Para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica y Reglamentos Ley N° 28832 Actualizado a noviembre 2014  
**Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Electricidad**
- “Perú ahorraría hasta US\$ 600 millones al año si usa tecnología LED en alumbrado público” Domingo, 20 de septiembre del 2015  
<http://gestion.pe/economia/peru-ahorraria-hasta-us-600-millones-al-ano-si-usa-tecnologia-led-alumbrado-publico-2143268>
- Estudio y diseño del sistema de iluminación de un centro de uso general  
[http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13030/PFC\\_Ruben\\_Colomer\\_Rodriguez.pdf?sequence=1](http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13030/PFC_Ruben_Colomer_Rodriguez.pdf?sequence=1)