

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Propuesta de alumbrado público con tecnología led en la
Avenida José Gálvez, Chimbote 2016**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autor:

Montero Marcelo, Aldo Wilfredo

Asesor:

Barreto Aranda, Pedro

Chimbote – Perú

2019

Palabras clave:

Tema: Alumbrado Público, Led, Iluminación.

Especialidad: Ingeniería Eléctrica

Líneas de Investigación: Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Keyword:

Topic: Street Lighting, Led, Illumination.

Specialty: Electrical Engineering

Research Lines: Electrical and Electronic Engineering

**Propuesta de alumbrado público con tecnología led en la Avenida José
Gálvez, Chimbote 2016**

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de alumbrado público utilizando tecnología LED en la Av. José Gálvez, comprendido desde el Malecón Grau hasta Dionisio Derteano (cuadras 1-10 respectivamente), puesto que en la actualidad, se están utilizando lámparas de vapor de sodio de alta presión (VSAP).

La Investigación es descriptiva, de diseño no experimental y de corte transversal. Para las mediciones de iluminación se utilizará el equipo llamado luxómetro, para los cálculos y cuadros estadísticos se utilizará Excel, para el plano en planta de la ubicación de postes y luminarias se utilizará el software AutoCAD, finalmente para los cálculos y simulación de tecnología LED se utilizará el software DiaLux.

Se logrará una propuesta de incorporación con tecnología LED en el alumbrado público de la Avenida José Gálvez, donde se aproveche mayor energía con menos recursos, sin descuidar el medio ambiente. Esta propuesta de iluminación Led en la Av. José Gálvez consiste en la instalación de 9 postes nuevos, reubicación de 12 postes existentes y se instalarán 71 luminarias con sus respectivas pastorales. Para ello se planteó reducir los vanos existentes a 23.5 m., de tal manera que cumplan con los niveles de iluminación que está normalizado por Osinergmin para alumbrado público en vías principales donde existe mayor circulación vehicular de transporte público.

Abstract

This research aims to develop a proposal for street lighting using LED technology in Av. José Gálvez, understood from the Malecón Grau to Dionisio Derteano (blocks 1-10 respectively), since at present, are being used vapor lamps, high pressure sodium(HPSV).

Research is descriptive, non-experimental and cross-sectional design. For measurements of lighting equipment called light meter, for calculations and statistical tables Excel was used for the floor plan of the location of poles and luminaires AutoCAD software will be used eventually for calculations and simulation technology is used LED DiaLux will use the software.

A proposal for incorporating LED technology in street lighting Jose Galvez Avenue, where greater energy advantage with fewer resources, without neglecting the environment will be achieved. This proposal Led lighting at Av. José Gálvez involves the installation of 9 new posts, relocating existing 12 poles and 71 lights were installed with their respective pastoral. It was raised to reduce existing openings to 23.5 m., so that meet the lighting levels this standard by Osinergmin for public lighting in main roads where vehicular traffic increased public transport exists.

Índice General

Tema	Página N°
Palabras clave.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice General.....	v
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Gráficos.....	x
I. Introducción.....	1
II. Metodología del trabajo.....	40
III. Resultados.....	42
IV. Análisis y discusión.....	69
V. Conclusiones y recomendaciones.....	75
VI. Referencias bibliográficas.....	77
VII. Anexos.....	79

Índice de Tablas

Tabla N° 01: Tipos de alumbrado según la clasificación vial.....	07-09
Tabla N° 02: Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento.....	10
Tabla N° 03: Tipo de superficie y calzada.....	10
Tabla N° 04: Uniformidad de luminancia.....	11
Tabla N° 05: Evaluación del deslumbramiento.....	26
Tabla N° 06: Comparación de Filamentos.....	29
Tabla N° 07: Comparación de Potencia Nominal y Consumida.....	30
Tabla N° 08: Factor de Potencia.....	30
Tabla N° 09: Comparación de Temperatura de Funcionamiento.....	31
Tabla N° 10: Comparación de Vida Útil entre Lámparas.....	31
Tabla N° 11: Tiempo de Encendido entre Lámparas.....	31
Tabla N° 12: Temperatura de Color entre Lámparas.....	32
Tabla N° 13: Índice de Rendimiento de Color entre Lámparas.....	32
Tabla N° 14: Comparación de Eficacia Lumínica entre Lámparas.....	32
Tabla N° 15: Comparación de Parpadeo por Tipo de Lámpara.....	33
Tabla N° 16: Contenido de Mercurio por tipo de Lámparas.....	33
Tabla N° 17: Técnica e Instrumento de Datos Obtenidos.....	40
Tabla N° 18: Parámetros Técnicos establecidos por Osinergmin para la Av. José Gálvez.....	43
Tabla N° 19: Cuadras de la Av. José Gálvez por tramos.....	43
Tabla N° 20: Características Técnicas de las Sub Estaciones Existentes en la Av. José Gálvez.....	44

Tabla N° 21: Ubic. Geográfica de los postes ubicados en la Av. José Gálvez.....	44-45
Tabla N° 22: Vanos por tramos en la Av. José Gálvez.....	46
Tabla N° 23: Características de las luminarias y pastorales ubicadas en la Av. José Gálvez.....	46
Tabla N° 24: Secciones Viales y Tipo de Conductor en la Av. José Gálvez.....	47
Tabla N° 25: Iluminancia obtenida por el Método de los 9 Puntos en la Av. José Gálvez.....	48
Tabla N° 26: Resultados obtenidos por dialux para una disposición unilateral en el tramo 1.....	48
Tabla N° 27: Resultados obtenidos por dialux para una disposición doble axial en el tramo 2 – 8.....	49
Tabla N° 28: Resultados obtenidos por dialux para una disposición pareada en el tramo 9.....	49
Tabla N° 29: Resultados obtenidos por dialux utilizando luminarias led en la Av. José Gálvez de Chimbote.....	51
Tabla N° 30: Simulación con Dialux para la Determinación del Angulo de Inclinación del Pastoral (5°, 10° y 15°), utilizando Luminarias Led en la Av. José Gálvez de Chimbote.....	52
Tabla N° 31: Simulación con dialux para la determinación del avance en la horizontal (1.50 m, 2.50 m y 3.50 m) utilizando luminarias led en la Av. José Gálvez.....	53
Tabla N° 32: Simulación con dialux para la determinación del tipo de luminaria led a utilizar (162 watts), teniendo como referencia los nuevos vanos propuestos por tramos para cumplir con los niveles de iluminación que exige Osinergmin.....	54
Tabla N° 33: Postes Reubicados y Nuevos por tramos en la Av. José Gálvez.....	55

Tabla N° 34: Ubicación de los postes reubicados y nuevos por tramos en la Av. José Gálvez.....	55-56
Tabla N° 35: Costo de luminarias led que se instalarían en la Av. José Gálvez de Chimbote.....	57
Tabla N° 36: Costo de inversión en materiales.....	57
Tabla N° 37: Costo de mano de obra.....	58
Tabla N° 38: Costo total de inversión.....	58
Tabla N° 39: Comparación de Análisis Energético entre VSAP y LED.....	60
Tabla N° 40: Costo de operación usando tecnología VSAP y LED.....	60
Tabla N° 41: Luminarias por S.E. en Hidrandina.....	61
Tabla N° 42: Comparación de actividades entre lámparas VSAP y LED.....	62
Tabla N° 43: Deficiencias típicas de lámparas de alumbrado público.....	62
Tabla N° 44: Distrib. porcentual del costo de mantenimiento por actividades.....	63-64
Tabla N° 45: Comparación de vida útil de VSAP y LED.....	65
Tabla N° 46: Ahorro total obtenido usando tecnología LED frente a VSAP.....	65
Tabla N° 47: Cálculo del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)..	67
Tabla N° 48: Cálculo del periodo del retorno de la inversión (PRI).....	68
Tabla N° 49: Resultados obtenidos por dialux utilizando luminarias VSAP para una disposición doble axial.....	69
Tabla N° 50: Relación entre los niveles de iluminancia y luminancia media en la Av. José Gálvez.....	69
Tabla N° 51: Cuadro comparativo de los niveles de iluminación entre lámparas LED y VSAP para vano promedio de 23.5 m.....	71

Índice de Figúras

Figúra N° 01: Alumbrado público en Av. José Gálvez.....	06
Figúra N° 02: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión....	13
Figúra N° 03: Lámpara de Vapor de sodio de alta presión.....	13
Figúra N° 04: Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión.....	14
Figúra N° 05: Lámpara de mercurio de alta presión.....	14
Figúra N° 06: Lámpara led para alumbrado público.....	16
Figúra N° 07: Espectro luminoso de lámpara vsap y led respectivamente.....	18
Figúra N° 08: Luminaria con lámpara de sodio de alta presión.....	19
Figúra N° 09: Tipos de Disposición de lámparas.....	21
Figúra N° 10: Clasificación del Espectro Visible.....	22
Figúra N° 11: Flujo Luminoso.....	23
Figúra N° 12: Iluminancia.....	23
Figúra N° 13: Luminancia.....	24
Figúra N° 14: Composición de potencia eléctrica consumida.....	25
Figúra N° 15: Deslumbramiento directo – Deslumbramiento indirecto respectivamente.....	26
Figúra N° 16: Diagrama de bloques de deslumbramiento.....	27
Figúra N° 17: Coeficiente de Iluminancia.....	28
Figúra N° 18: Cálculo de la Iluminancia Media – Método Europeo de los 9 Puntos....	36
Figúra N° 19: Selección de los 9 puntos según disposición de las luminarias.....	37

Índice de Gráficos

Gráfico N° 01: Niveles de iluminación entre lámparas Led, Vsap y Osinergmin.....	71
Gráfico N° 02: Ahorro energético de tecnología LED vs VSAP.....	73
Gráfico N° 03: Porcentajes de ahorro en costos de operación y mantenimiento.....	73

I. Introducción

El alumbrado público en el Perú está a cargo de las concesionarias de distribución, siendo Hidrandina S.A la encargada de suministrar energía eléctrica a la Ciudad de Chimbote. Además, según la norma técnica de alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución, bajo la Resolución Ministerial N° 013-2003-EM/DM establecida por Osinergmin (organismo supervisor de la inversión en energía y minería), nos detalla que existen diversos tipos de vía, para lo cual cada una de ellas debe tener cierto nivel de iluminación.

El alumbrado público es considerado un medio y un recurso muy importante para la visión nocturna, no solo en espacios cerrados sino en avenidas, calles, plazas, parques, etc.

En Perú, así como en la mayoría de países a nivel mundial, para el alumbrado público se emplean diversos tipos de lámparas, entre ellas vsap (vapor de sodio a alta presión), aunque en los últimos años la tecnología led viene revolucionando el mundo debido a las ventajas que presenta sobre las demás lámparas, a continuación se describen los diversos estudios y/o proyectos que se han realizado respecto a esta tecnología.

Osinergmin en el año 2013, Aplicación de alumbrado led en otros países, nos presenta lo siguiente:

Las aplicaciones de alumbrado led más notorios se han dado en Estados Unidos y Europa.

La ciudad de los Ángeles (Estados Unidos) cuenta con 209 000 PI (puntos de iluminación), consumiendo 168 Giga watt/hora de energía eléctrica a un costo de 15 millones de dólares por año, emitiendo 120000 toneladas de CO₂, se tiene programado reemplazar en 5 años 140000 PI usando tecnología led, lo cual proporcionara un ahorro energético del 40%, reduciendo los costos de operación y mantenimiento en 10 millones de dólares por año, así como también reducir las emisiones de CO₂ en 40 500 toneladas por año.

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.

En el mes de febrero de 2010, los servicios municipales de Arganda del Rey (Madrid) procedieron a instalar lámparas led de alta potencia Deltotum en diversas calles del casco urbano de la localidad, con resultado satisfactorio. El proyecto piloto, promovido por la Concejalía de ordenación del territorio y servicios a la Ciudad.

En el siguiente proyecto, damos a conocer los siguientes antecedentes encontrados: Lara, Mondragón y Santiago, en el año 2009, en su tesis para obtener el título profesional de ingeniería, denominado Estudio y análisis de ingeniería en alumbrado público con luminarios de led en la periferia del reclusorio norte, describieron la situación actual del alumbrado público en la Ciudad de México y su retraso tecnológico debido a la ineficiencia, pérdida de energía y contaminación al medio ambiente, además mencionaron la implementación de tecnología led frente a la tecnología vsap actual. En el estudio de 86 luminarias vsap existentes, mencionaron que debido a la implementación de tecnología led se reduce 835.05 kg de CO₂ al año, el ahorro energético es más del 80%, el ahorro económico es de 6,346.48 pesos al año. De esta manera llegaron a la conclusión de que con esta nueva tecnología hay beneficios ambientales, debido al ahorro energético, confort para la sociedad y recomiendan que las luminarias led estén alimentadas por un banco de baterías que a su vez estarán alimentadas por paneles solares.

Lojano y Orellana, en el año 2014, en su tesis para obtener el título profesional de ingeniería, denominado Mejoramiento del sistema de alumbrado público de una arteria de circulación vehicular de la Ciudad de Cuenca, mediante la sustitución por tecnología led (light emitting diode), analizaron técnicamente y económicamente la alternativa de tecnológica led para el alumbrado público. Para el diagnóstico actual del alumbrado

público analizaron 126 luminarias de vsap. Según los resultados expuestos en su tesis, los beneficios de la implementación de tecnología led sobre la tecnología vsap actual, fueron beneficiosos, debido que el ahorro de consumo de energía (kWh/mes) es de 54%, la reducción de emisión de CO₂ (ton/año) es 51%, el costo de energía en el ahorro es de \$606.89, ahorro en mantenimiento es del 96% y el tiempo de vida útil de los led es de 50000 horas (14 años). La inversión es de \$ 217.475,59. Al final concluyeron que la implementación de la tecnología led es beneficiosa pero no rentable debido al alto costo de cada luminaria led.

Piña, en el año 2013, en su proyecto titulado Propuesta de alumbrado público, tecnología led, presentó la implementación de tecnología led como una alternativa de ahorro de energía en sistemas de alumbrado público, en la cual el ahorro de energía es de hasta 30% en comparación a otras luminarias de tipo electrónicas y electromagnéticas (vsap). Según la nueva tecnología que propuso, los leds tienen una vida útil de 10 años aproximadamente, además establece que cada luz puede ahorrar 47,608 kWh en 10 años (4760.8kWh al año) y respecto a la emisión de CO₂ se reduce en 8.35 toneladas en 10 años (0.835 ton/año). Finalmente llegó a la conclusión que la tecnología led no solamente puede ser beneficiosa para alumbrado público sino también para toda área que requiera ser iluminada.

Benjumea, en el año 2009, en su tesis para optar el título profesional de ingeniería, denominado Propuesta para la implementación del sistema “led” para la iluminación pública en Antioquia, nos mencionó que, de acuerdo a su investigación, la iluminación de vías de poco transito que usan lámparas de vsap de 70w deben ser reemplazados por lámparas de 45w de tecnología led, y para una avenida transitada que utiliza lámparas de vsap de 150 w, deberían utilizar lámparas de 90w de tecnología led. El número total de lámparas en estudio fue 300, demostrando así que el ahorro de energía en ambos tipos de vía es del 50%, tomando en cuenta que para la vía poco transitada y para la avenida, el tiempo en el cual se recuperaría la inversión es de 6 y 8 años aproximadamente. Además los costos de mantenimiento se reducen en un 100%.

Finalizando con su investigación concluyó que los beneficios económicos debido a la implementación de la iluminación led podrán servir para la inversión en nuevas tecnologías que mejoren las condiciones ambientales y sociales del mundo.

Osinergmin, en el año 2013, Aplicación de alumbrado led en el Perú, nos mencionó que:

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 en la Plaza de La Bandera del Distrito de Pueblo Libre e Hidramida en la Av. España de la ciudad de Trujillo.

En nuestro país, en el Distrito de Casma, Departamento de Ancash, La empresa Hidrandina, en el año 2013, implementó un proyecto piloto en un sector del alumbrado público incluyendo la Plaza de Armas, la distribución se realizó en 3 SED (CS0391, CS0392 y CS1050), lo cual consistió en la sustitución de 39 lámparas de vsap por lámparas con sistema led, de las cuales 20 de ellas tenían potencia de 150W ,19 de 70W, y los leds 80W. Para determinar el ahorro de energía se realizaron mediciones durante un periodo de 30 días, obteniendo los siguientes resultados:

El ahorro total de energía en las 3 SED es de 811.96 KWh, siendo un ahorro de S/. 241.964. El ahorro total en mantenimiento en las 3 SED es de S/. 218.5. Mediante este Piloto se pudo determinar que existe un ahorro energético y a la vez económico, debido que las lámparas led de 80W equivalen a 150W de vsap (ahorro de 70W por lámpara), además el nivel de luminancia es más uniforme por la luz que emite.

La elaboración del presente trabajo de investigación, nos permitirá plantear una propuesta de alumbrado público en la Avenida José Gálvez (cuadras 1-10) utilizando tecnología led.

La lámpara vsap, usada masivamente en el mundo en lo que respecta al alumbrado público, ha venido satisfaciendo holgadamente los requisitos lumínicos y económicos esperables de la tecnología de las lámparas de descarga. Pero con la aparición de los led se abre un interesante panorama comparativo, pues, aunque sus lámparas son más caras, son técnicamente más ventajosas.

La ventaja de utilizar leds en el alumbrado público actual son los siguientes:

- Mayor eficiencia
- Reducción de consumo de energía
- Mayor vida útil
- Bajos costos de mantenimiento y operación
- Mayor rendimiento cromático
- Reducción de contaminación al medio ambiente (menos emisión de CO2)
- La carcasa del led es más resistente
- Seguridad en la manipulación
- Rápido encendido

Además se puede ahorrar energía a través del alumbrado presencial, que consiste en reducir drásticamente en cada calle el nivel de iluminación cuando no hay tráfico de personas ni vehículos.

Por todo lo expuesto anteriormente, nos planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la propuesta adecuada de alumbrado público con tecnología led en la Avenida José Gálvez, Chimbote 2016?

A continuación, daremos a conocer la conceptualización y operacionalización de las variables utilizadas en el presente proyecto de tesis.

1. Alumbrado Público (A.P)

Es la iluminación de vías, parques y plazas públicas que garantiza la seguridad de tránsito peatonal y vehicular, por ende contribuye a mejorar la calidad de vida de la población. La prestación del servicio de alumbrado público es de responsabilidad de los concesionarios de distribución en lo que se refiere al alumbrado general de avenidas, calles y plazas. (Osinermin, 2013, p.04)

En la Fig. 01 se puede observar el alumbrado público actual en la Av. José Gálvez.



Fig. N° 01. Alumbrado público en Av. José Gálvez.
Fuente: (Elaboración propia)

1.1. Objetivos del alumbrado público

El alumbrado público debe ser de calidad y proporcionar confort, sobre todo si es para alumbrado vial debido al riesgo que existe debido a la posibilidad de que ocurra algún accidente, además debe estar considerado dentro de las condiciones más adversas posibles, algunos de los objetivos se muestran a continuación:

- Proporcionar a las transeúntes seguridad y comodidad.
- Clara visualización de la vía que se está transitando.
- Disminuir la accidentalidad vial.
- Producir un sistema de iluminación ahorrador de energía.
- Mejorar la estética de las vías.

1.2. Marco legal y normativo que regula el alumbrado público

- Decreto ley N° 25844, Ley de concesiones eléctricas - (LCE); y su reglamento D.S. N° 009-2003-EM.
- Norma técnica de alumbrado público en zonas de concesión de distribución (NTAP), aprobado con R.M. N° 013-2003-EM/DM.
- Norma DGE de alumbrado de vías públicas en áreas rurales (NTAPR), R. D. N° 017-2003-EM/DGE.
- Código nacional de electricidad de suministro.

- Ley N° 28749, Ley general de electrificación rural (LGER) y su reglamento D.S. N° 025-2007-EM.
- Normas técnicas de calidad de los servicios eléctricos, NTCSE (urbanos) D.S. N° 020-97-EM, NTCSE (rurales) R.D. N°016-2008-EM/DGE.
- Otras resoluciones referidas a los sectores típicos, escala de multas y sanciones, facturación y del Osinergmin relacionados al tema.

1.3 Tipos de Alumbrado Público

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

1.3.1. 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 N° 01. 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 N° 01, 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 a la tabla N° 01.

Tabla N° 01. Tipos de alumbrado según la clasificación vial.

Tipo de Vía	Tipo de Alumbrado	Función	Características del Tránsito y la Vía
Expresa	I	<ul style="list-style-type: none"> - Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez. - Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas). 	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo 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.

Tabla N° 01. Tipos de alumbrado según la clasificación vial (Continuación).

Tipo de Vía	Tipo de Alumbrado	Función	Características del Tránsito y la Vía
Arterial	II	<ul style="list-style-type: none"> - Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez. - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a vías locales 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a vías locales 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Permite el acceso al comercio local 	<ul style="list-style-type: none"> - Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. - Se permite estacionamiento. - No se permite vehículos de transporte público. - O peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	<ul style="list-style-type: none"> - Permite acceso a las viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> - Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. - Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y un flujo motorizado muy reducido o nulo.

Tabla N° 01. Tipos de alumbrado según la clasificación vial (Continuación).

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 acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en zonas de Concesión de distribución 2002, p5.

1.3.2. Estándares de Calidad de Alumbrado Público

Toda instalación de alumbrado público debe cumplir, como mínimo, con los niveles de alumbrado para tráfico motorizado, tráfico peatonal y áreas públicas recreacionales, desde la etapa de diseño como en el control de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la fiscalización por parte de la Autoridad y reclamaciones que pudieran realizar los usuarios.

1.3.3 Requerimiento para el diseño y la puesta en operación de nuevas instalaciones

Para las nuevas instalaciones, así como para su diseño de iluminación, se consideran en la superficie de la vía, los niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento establecidos en la tabla N° 02, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía. El tipo de lámpara a escoger, es uno de los primeros pasos al diseñar la iluminación vial, ya que cada tipo de luminaria proporciona características diferentes que podrían interferir en el resultado final de la vía iluminada. Adicional al tipo de lámpara debemos conocer cómo va a ser el tráfico de la vía a iluminar, ya que la velocidad y el volumen de vehículos que la visitan, son factores que nos dan una idea de la cantidad de luz que debe presentar esta vía.

No todas las vías tienen la misma iluminación y la misma distribución de las lámparas, ya que de acuerdo al ancho de la vía y al alto de los postes que sostienen las luminarias, se puede definir el arreglo geométrico de la iluminación.

Tabla N° 02.

Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento.

Tipo de Alumbrado	Luminancia media revestimiento seco	Iluminancia media (Lux)		Índice de Control de Deslumbramiento (G)
	(cd/m ²)	Calzada	Calzada	
I	1,5 - 2,0	15 - 20	30 - 40	≥ 6
II	1,0 - 2,0	10 - 20	20 - 40	5 - 6
III	0,5 - 1,0	5 - 10	10 - 20	5 - 6
IV		2 - 5	5 - 10	4 - 5
V		1 - 3	2 - 6	4 - 5

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en zonas de Concesión de distribución 2002, p6.

La identificación de los Tipos de Calzada y Uniformidad de Luminancia se realizará de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla N° 03. Tipo de superficie y calzada.

Tipo de superficie	Tipo de calzada	q ₀ (coeficiente de luminancia)
Revestimiento de concreto	Clara	0.10
Revestimiento de asfalto	Oscura	0.07
Superficies de tierra	Clara	0.10

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en zonas de Concesión de distribución 2002, p6.

Tabla N° 04. Uniformidad de luminancia.

Tipo de Alumbrado	Uniformidad General	Uniformidad Longitudinal (U_l)	Uniformidad Transversal	Uniformidad Media (U_o)	Deslumbramiento Perturbador (TI)	Factor de Pérdida de Luz (SR)
II	$\geq 0,15$	$\geq 0,65$	$\geq 0,30$	$\geq 0,40$	≤ 10	$\geq 0,50$

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en zonas de Concesión de distribución 2002, p6.

2. Lámparas

Las lámparas o luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz (llamados a su vez lámparas, bombillas o focos). Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara.

Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

2.1. Vida Media y Útil de una fuente luminosa

Una lámpara eléctrica como cualquier otro bien material está sometida a un envejecimiento que incide directamente en la reducción progresiva de su flujo y con él su eficacia luminosa. Con motivo de esta realidad surgen dos definiciones representativas de su comportamiento.

Vida media que representa el número de horas de encendido que coincide en la inutilización del 50% de las lámparas en uso, o dicho de otro modo, la media aritmética de las horas de duración.

Este concepto dado en horas, es el que normalmente exhiben los fabricantes como característica de gran importancia.

Pero como existe lámparas cuyo deterioro es más paulatino que brusco, se debe propiciar otra forma de medición. En este caso se llama vida útil al periodo de tiempo de funcionamiento expresado también en horas, durante el cual el flujo de la lámpara no desciende por debajo del 70% de su valor nominal, equiparable en ocasiones al tiempo en que la mortandad no supere el 20%.

Naturalmente este último concepto es mucho más preciso para realizar cualquier cálculo de iluminación, ya que acota a un valor mínimo de depreciación de la eficacia luminosa de una lámpara, a partir del cual la escasez de iluminación va a incidir negativamente sobre la actividad a la que sirve. En ese momento resultara siempre más rentable su renovación que esperar, como erróneamente se hace, a su total agotamiento.

2.2. Tipos de Lámparas

2.2.1. Lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión (VSAP)

El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga de cerámica translúcida, esto con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan; en los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda.

Es una de las más utilizadas en el alumbrado público ya que tiene un alto rendimiento y la reproducción de los colores se mejora considerablemente aunque no al nivel que pueda iluminar anuncios espectaculares o algo que requiera excelente reproducción cromática. Para operar estas lámparas se requiere de un balastro, y uno o dos condensadores para el arranque.

Para su encendido requiere alrededor de 9-10 minutos y para el reencendido de 4-5 minutos.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

En la Fig. N° 02 nos muestra el balance energético correspondiente a una lámpara de vapor de sodio a alta presión.



Figura N° 02. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.
Fuente: Lara et al. (2009), p11.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. Requieren de un largo tiempo para un reencendido y alcanzar su máxima luminosidad después de una falla en el suministro. En la Figura N° 03 se observa la Lámpara de vapor de sodio como se encuentra constituida.

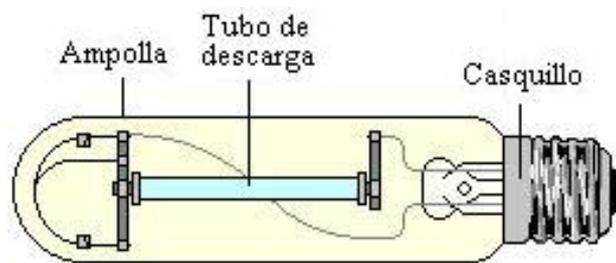


Fig. N° 03. Lámpara de Vapor de sodio de alta presión.
Fuente: Lara et al. (2009), p12.

2.2.2. Lámparas de Vapor de Mercurio

Estas lámparas de alta presión consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque. La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para

resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara, aunque también están disponibles las bombillas completamente transparentes las cuales iluminan bien en zonas donde no se requiera de una iluminación con características específicas o la reproducción de colores. Una de las características de estas lámparas a diferencia de las anteriores es que vida útil es de 25000 horas.

En la Fig. N° 04 nos muestra el balance energético correspondiente a una lámpara de vapor de mercurio a alta presión.

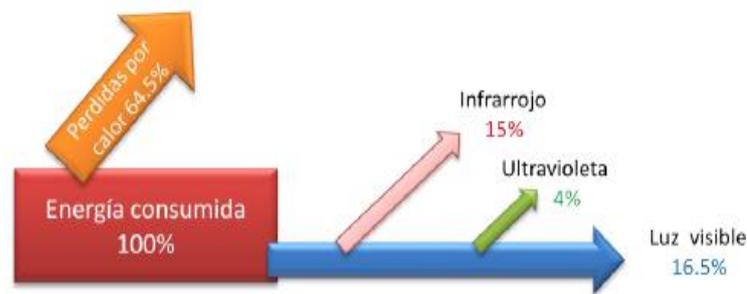


Fig. N° 04. Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión.
Fuente: Lara et al. (2009), p6.

El uso de estas lámparas va de la mano con las de sodio ya que son usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, parques y jardines y lugares poco accesibles ya que su periodo de mantenimiento es largo.

En la Fig. N° 05 nos muestra la Lámpara de vapor de mercurio como se encuentra constituida.

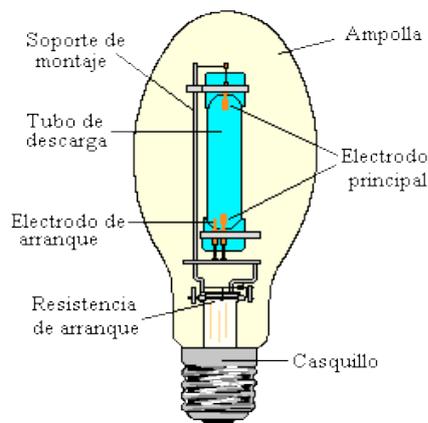


Fig. N° 05. Lámpara de mercurio de alta presión.
Fuente: Lara et al. (2009), p7.

2.2.3. Lámparas Led

El avance tecnológico ha hecho posible aprovechar las propiedades físicas del diodo y convertir ese fenómeno físico en luz visible con el mínimo consumo eléctrico y con calidad de luz semejante a la iluminación tradicional, con una amplia gama de colores y aplicaciones.

Un led es un diodo semiconductor que emite luz. Se usan como indicadores en muchos dispositivos, y cada vez con mucha más frecuencia, los primeros leds emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo.

El uso de leds en el ámbito de la iluminación es moderado y es previsible que se incremente en el futuro, ya que sus prestaciones son superiores a las de la lámpara de vsap y las lámparas de Vapor de Mercurio desde diversos puntos de vista.

El impacto más relevante del alumbrado público con tecnología led radica en su eficacia luminosa. Emite luz de calidad, con menor energía, así como también sus lámparas tienen una mayor durabilidad que los artefactos convencionales, pueden estar entre 50 000 a 100 000 horas.

Si bien su costo de inversión es más alto que los artefactos convencionales, sin embargo, los costos de operación y mantenimiento son mucho más bajos, así como también sus componentes no tienen materiales contaminantes, como por ejemplo mercurio, como es el caso de los artefactos convencionales con lámparas de descarga.

En ese contexto el alumbrado público con tecnología led posiblemente sea el cambio más relevante que ha experimentado el sector de la iluminación desde que se inventó la luz eléctrica.

3. Componentes Básicos

Placa de Led: Está conformada por varios chips o emisores, colocados sobre una placa de circuito impreso para generar luz.

Óptica: El sistema óptico con lente de la luz generada, tiene un control estricto de la dispersión. La empresa Cree, que es una de las pioneras en dicha tecnología ha logrado que la óptica abra hasta 125°. Sin una óptica precisa, la luz emitida por los leds sería difusa.

Fuente de Alimentación (Driver): El led, al no poder conectarse directamente a tensión de red, requiere de un sistema de fuente de alimentación, denominado Driver.

Para aplicaciones optoelectrónicas se utiliza el semiconductor InGaP (que emite luz ámbar y roja) o InGaN (que emite cercana al UV, luz verde y azul). Por este motivo el material, semiconductor empleado en la fabricación del chip es el responsable del color de la luz que emitirá.

Disipador de calor: La principal causa de la depreciación del flujo luminoso es el calor producido en el interfaz de unión del led, por el proceso de generación de la luz. Al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de la luz debe ser disipado por conducción o convección. En la Fig. N° 06 nos muestra la lámpara led utilizada para alumbrado público.



Fig. N° 06. Lámpara led para alumbrado público.

Fuente: Osinergmin, avance tecnológico en alumbrado público (2013), p47.

3.1. Iluminación Exterior con Lámparas de LED de Alta Intensidad

El interés por generar ahorros aún más significativos, llevó a los investigadores a desarrollar luminarios para alumbrado público con lámparas de tecnología led. Se trata de aparatos que producen muy bajo consumo eléctrico, 50 watts, a diferencia del flujo entre 150 y 175 watts de las lámparas de vapor de sodio y de aditivos metálicos, lo que se traduce en ahorro de aproximadamente una cuarta parte de la carga eléctrica que actualmente se utiliza.

Con la más nueva tecnología de lámparas con led en el mercado, se ha creado la nueva iluminación a base de led para exteriores, lámparas de led para iluminar vialidades y luminarias en exteriores en las avenidas, calles, fábricas y estacionamientos grandes, obteniendo un ahorro de más del 50% y hasta el 80% de consumo de energía eléctrica. Con una vida útil de más de 50,000 horas la cual es todavía más larga que las antiguas lámparas vsap, am (aditivos metálicos) y las fluorescentes ahorradoras de energía.

Este tipo de iluminación con led desplazará en poco tiempo a la anteriormente llamada la iluminación mercurial, ya que con la tecnología de led, se ahorra energía y esto beneficia a toda población que requiera de iluminación o luminarias de led.

3.2.Principales razones para elegir la tecnología led

- **Alta vida útil**, bajo mantenimiento: Los leds actuales tienen una vida útil cercana a las 50.000 horas.
- **Alta eficiencia:** Los diodos led aprovechan hasta el 90% de rendimiento energético.
- Una bombilla led está formada por varios diodos, por tanto, si se rompe uno, la bombilla seguirá funcionando con el resto de leds.
- **Menor factura de luz**, ya que al tener una eficiencia energética superior, se necesita menos potencia en idénticas condiciones de luz.
- **Luz Fría:** La iluminación led emite cantidades inferiores de calor al tener un alto rendimiento energético.
- **Bajas Temperaturas:** A menores temperaturas la eficiencia del led es mayor que a altas temperaturas. Capaz de funcionar a -40 °C.
- **Regulación:** Gracias a la regulación se puede utilizar la luz justa en función de las necesidades de cada proyecto.
- **Amplia banda espectral:** La iluminación led abarca todo el espectro de iluminación, es decir, existe un gran tipo de longitudes de onda a elegir superior al de las fuentes de luz tradicionales.
- **Rapidez de Respuesta:** No es necesario un tiempo para encenderse, su encendido es instantáneo proporcionando así la más alta rapidez de respuesta.
- **Luz brillante:** En las mismas condiciones de luminosidad, la luz led es más nítida y brillante por su alto CRI (Índice de Rendimiento Cromático).
- **Iluminación constante:** Ante picos en el suministro eléctrico, la iluminación led no sufre variaciones en la luminosidad como pudieran producirse en filamentos tradicionales.
- **Mayor duración y fiabilidad:** La vida media de un led es superior a la de cualquier luminaria fluorescente u/o halógena.

- **Bajo impacto ambiental:** No daña el medio ambiente al no tener emisiones de plomo y mercurio.
- **Baja contaminación lumínica:** Mientras que la luz tradicional emite en todas las direcciones, la iluminación led lo hace solo en una.
- **Resistencia a golpes y mayor durabilidad:** Al no poseer filamentos de tungsteno.
- Luz directa sin parpadeo ni cacofonía.
- **Fiabilidad:** El led es un objeto solido a diferencia de otras fuentes de luz construidas con filamentos y gases. Esta robustez garantiza su fiabilidad y duración.
- **Luz Dinámica:** Se pueden crear múltiples efectos gracias a la gestión de la luz y el color mediante sistemas de control y regulación.
- **Baja Tensión:** Los leds funcionan con corriente constante de muy baja tensión.
- **Control direccional del flujo:** El control de la dirección del flujo luminoso permite concentrar la luz solo en la zona deseada.
- **Creatividad y Personalización:** Por su reducido tamaño el led nos permite personalizar los efectos lumínicos que el proyecto requiera.

En la Fig. N° 07 nos muestra un gráfico comparativo de espectro luminoso entre lámparas vsap y led.

COMPARACIÓN DE ESPECTRO LUMINOSO DE FUENTE CONVENCIONAL (SODIO) Y LED

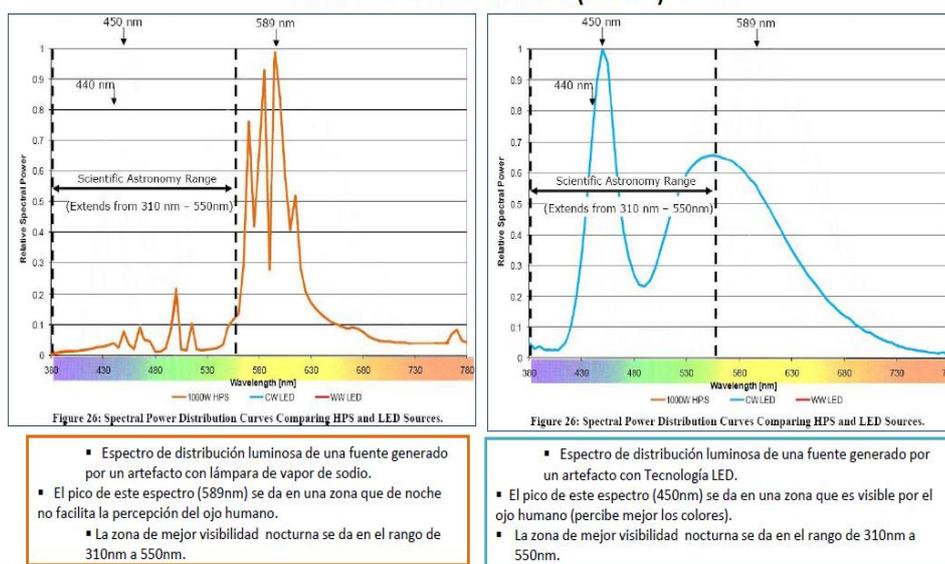


Fig. N° 07. Espectro luminoso de lámpara vsap y led respectivamente.
Fuente: Osinergmin, avance tecnológico en alumbrado público (2013), p13.

3.3. Componentes básicos del Alumbrado Publico

3.3.1. Luminaria

Se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Las lámparas utilizadas actualmente en la Avenida José Gálvez de Chimbote son vsap de 250 W.

En la Fig. N° 08 nos muestra la luminaria utilizada actualmente en la Av. José Gálvez de Chimbote con la lámpara de vapor de sodio.



*Fig. N° 08. Luminaria con lámpara de sodio de alta presión.
Fuente: Revista de Iluminación, ILUMINET (2008)*

3.3.2. Balastos

El balasto es un dispositivo eléctrico utilizado por bombillas de descarga eléctrica, para obtener las condiciones necesarias del circuito en el encendido y operación de las bombillas, es decir que limita la corriente que atraviesa la lámpara estabilizando el circuito.

Los balastos representan un consumo que varía entre el 10% y 20% del consumo total de la lámpara, además existen dos tipos de balastos: Electromecánicos (para corriente alterna con frecuencia de 50 o 60 Hz) y los Electrónicos (para altas frecuencias).

3.3.3. Postes

Se conoce como poste de luz a aquél que permite el tendido del cableado eléctrico o que tiene un foco en su parte superior para iluminar un espacio público. Pueden ser de concreto armado, de madera o metálicos. Los postes se designan de la siguiente manera:

Longitud (m) /Carga de Trabajo (daN)/ Coeficiente seguridad/ Diámetro Cima (mm)/ Diámetro Base (mm), ejemplo: (10 / 450 / 1.6 / 100 / 250)

3.3.4. Pastorales

Los pastorales son el soporte para luminarias, estos van embonados al poste mediante abrazaderas para impedir el giro del pastoral. Pueden ser simples o parabólico (también llamados de látigo). Se diferencian porque los pastorales parabólicos a diferencia de los simples tienen un gran avance en la horizontal y un mayor radio de curvatura.

3.3.5. Mantenimiento

El alumbrado público reciben durante su vida útil la influencia de las condiciones de operación y del entorno en el cual está operando, esta influencia afecta las condiciones iniciales de su funcionamiento y las características físicas o químicas existentes inicialmente, disminuyendo su vida útil, por lo que es importante llevar a cabo inspecciones y mantenimiento a todos los elementos de la instalación.

Durante el tiempo de operación, la lámpara de sodio de alta presión aumenta su tensión de arco y disminuye su corriente de operación sobre el valor inicial, hasta que alcanza valores no aptos de operación, para los cuales la lámpara deja de ser estable produciéndose apagados intempestivos, en estos casos la lámpara se considera agotada y se recomienda su reemplazo.

Las bombillas de descarga de alta intensidad, como la bombilla de vapor de sodio alta presión, deben cambiarse cuando la emisión del flujo luminoso haya descendido al setenta por ciento (70%) de su valor inicial.

En cuanto a las lámparas led es conocida la poca o ninguna necesidad de mantenimiento.

4. Disposición de lámparas

Existen múltiples formas de disponer luminarias, aunque las más empleadas son las siguientes:

4.1. Unilateral:

Las luminarias se disponen únicamente en uno de los márgenes de la vía, con lo que una zona de la calzada queda mucho más iluminada que la otra. Es una opción muy económica, aunque por su baja calidad de alumbrado está en desuso, empleándose únicamente en zonas rurales o poco transitadas.

4.2. Al Tresbolillo o Bilateral Alternada:

Se basa en la alternancia de luminarias a ambos lados de la calzada. Esta solución es aceptable y relativamente económica, aunque la uniformidad de alumbrado deja bastante que desear. Es antiestética.

4.3. Pareada o Bilateral Opuesta:

Las luminarias se sitúan enfrentadas, una a cada lado de la vía. Esta solución es sin duda la que mejor resultados da desde el punto de vista de la uniformidad, aunque debe procurarse distanciar las luminarias lo suficiente como para no producir el desagradable efecto túnel.

4.4. Doble Axial o Central Doble:

En el caso de vías con medianas o calzadas muy anchas, puede colocarse en el centro de las mismas un báculo que se bifurque en dos luminarias, de forma que cada una de ellas ilumine uno de los lados. Esta solución abarata los costos de instalación y obra civil, aunque desvía el tráfico hacia los carriles más iluminados, con la consiguiente reducción de la capacidad de la vía. Como ocurre normalmente, la mejor solución se obtendrá de la combinación de las tipologías anteriormente descritas.

En la Fig. N° 09 nos muestra los tipos de disposición de lámparas utilizadas para alumbrado público de acuerdo al tipo de vía.

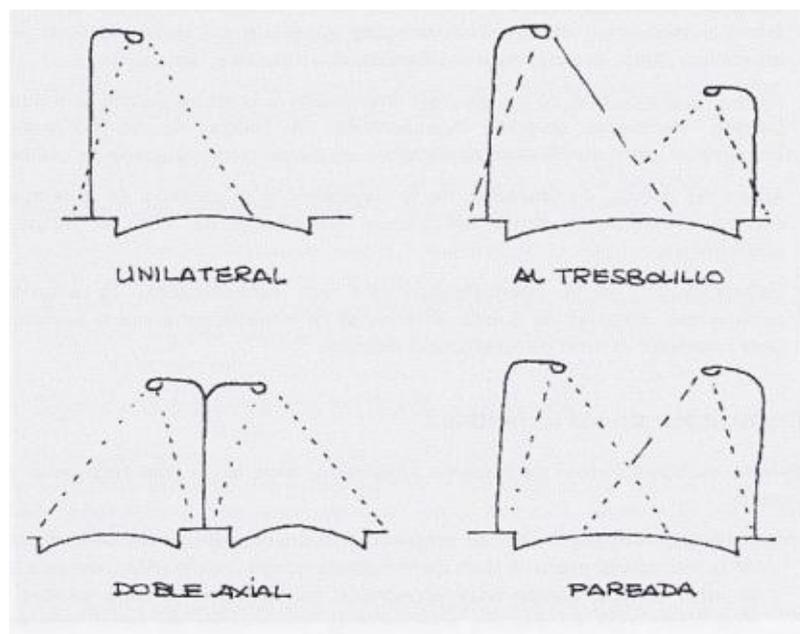


Fig. N° 09. Tipos de Disposición de lámparas.
Fuente: Bañón, Complementos de Proyectos (2014), p14.

5. Magnitudes necesarias

Para entender algunos de los términos que aparecerán más adelante se hace necesario el explicar con cierto detalle algunos parámetros relacionados con la emisión de luz y sus mediciones.

5.1. La luz

Es la energía radiante que produce una sensación visual. Según su capacidad y ciertas propiedades.

La luz visible está ubicada en el espectro luminoso entre las radiaciones ultravioleta e infrarroja, comprendida entre los límites de longitud de onda entre 380nm y 760nm. La primera corresponde al color violeta y la segunda al color rojo.

En la Fig. N° 10 nos muestra la clasificación del espectro de luz visible.



Fig. N° 10. Clasificación del Espectro Visible.

Fuente: Rizzolo, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de Interiores

5.2. Flujo Luminoso

Cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la bombilla de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso. Podríamos medirlo en watts (W), pero parece más sencillo definir una nueva unidad, el lumen, que tome como referencia la radiación visible. Empíricamente se demuestra que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lúmenes. Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm).

En la Fig. N° 11 nos muestra el flujo luminoso emitido por una lámpara incandescente.



Fig. N° 11. Flujo Luminoso.
Fuente: Quispe, Luminotecnia (2012)

5.3. Intensidad Luminosa (I)

El flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

5.4. Iluminancia (E)

El flujo luminoso que llega a una superficie es función de la distancia a la que se encuentre ésta. Por tanto, se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m². La medida de este parámetro se realiza con el Luxómetro. Dependiendo de la distancia y forma de un objeto, la cantidad de luz que llegue desde un foco luminoso será diferente. En la Fig. N° 12 nos muestra cómo el flujo luminoso llega a una determinada área, a lo cual llamamos Iluminancia.

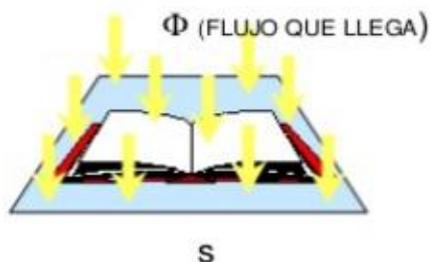


Fig. N° 12. Iluminancia.
Fuente: Quispe, Luminotecnia (2012)

$$E = \frac{\Phi}{S} \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

5.5. Iluminancia Media (E_{med})

Es la relación entre el flujo luminoso total que incide sobre un área de la calzada y la superficie de dicha área. La iluminancia se mide en Lux (lúmenes/m²).

5.6. Luminancia (L)

Hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz (flujo luminoso o intensidad luminosa) o sobre la luz que llega a una superficie (iluminancia). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia.

La luminancia es la que produce en el órgano visual la sensación de claridad que presentan los objetos observados y tiene mucha importancia en los fenómenos de deslumbramiento. Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias. Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m².

En la Fig. N° 13 nos muestra cómo se da la Luminancia, la cual es percibida por la vista.

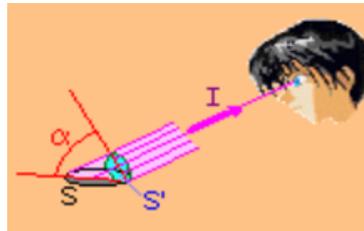


Fig. N° 13. Luminancia.

Fuente: García, Magnitudes y Unidades de Medida

$$L = \frac{I}{S_{aparente}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

5.7. Eficiencia Luminosa

Ya mencionamos al hablar del flujo luminoso que no toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transformaba en luz visible. Parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc.

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el rendimiento

luminoso como el cociente entre el flujo luminoso producido (Φ) y la potencia eléctrica consumida (W), que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W).

Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

En la Fig. N° 14 nos muestra las pérdidas que existen de la potencia eléctrica consumida por una lámpara.



Fig. N° 14. Composición de potencia eléctrica consumida.
Fuente: García, Magnitudes y Unidades de Medida

$$\eta = \frac{\Phi}{W} \dots\dots\dots \text{Ecuación (3)}$$

5.8. Deslumbramiento

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejada en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo).

En la Fig. N° 15 nos muestra los tipos de deslumbramientos que ocurren al percibir la luminancia de un objeto.

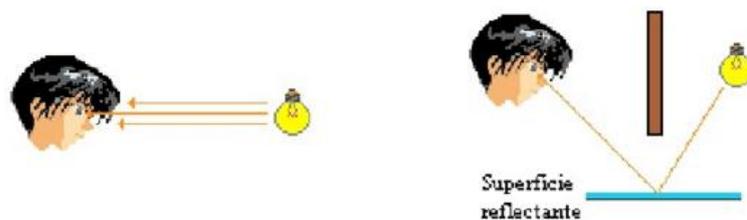


Fig. N° 15. Deslumbramiento directo – Deslumbramiento indirecto respectivamente.
Fuente: García, Magnitudes y Unidades de Medida

5.9. Índice de Deslumbramiento Molesto (G)

El deslumbramiento molesto G es la apreciación subjetiva en una instalación de alumbrado público, en condiciones dinámicas, de la existencia de un cierto deslumbramiento que reduce la comodidad de conducción. Este deslumbramiento está muy ligado a la fatiga y a la pérdida de agudeza visual, como consecuencia de un estímulo sencillo.

La expresión del deslumbramiento molesto G es la siguiente:

$$G = IEL + VRI \dots \dots \dots \text{Ecuación (4)}$$

Siendo:

- G = Índice de deslumbramiento molesto
- IEL = Índice específico de la luminaria (se evalúa a través de una ecuación)
- VRI = Valor real de la instalación (se evalúa a través de una ecuación)

La evaluación del deslumbramiento molesto se establece mediante la siguiente tabla.

Tabla N° 05. Evaluación del deslumbramiento.

G	Evaluación
1	Intolerable
3	Molesto
5	Admisible
7	Satisfactorio
9	Inapreciable

Fuente: García, Alumbrado de Vías Publicas

En la Fig. N° 16 nos muestra un diagrama de los efectos que produce el deslumbramiento.

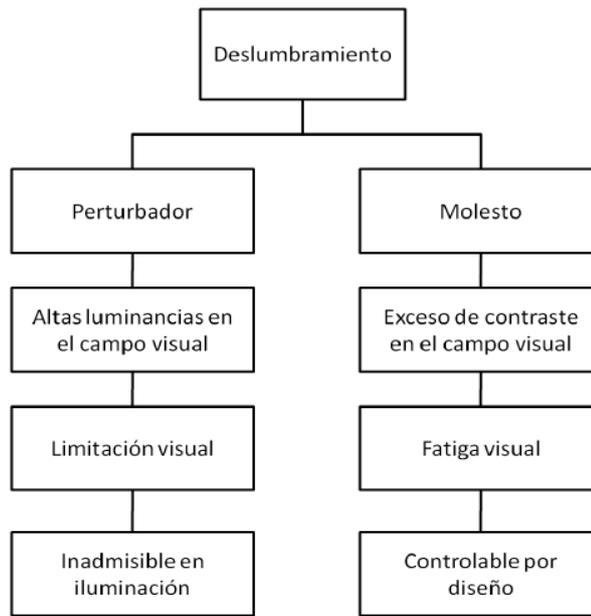


Fig. N° 16. Diagrama de bloques de deslumbramiento.
Fuente: (Elaboración Propia)

5.10. Coeficiente de Luminancia

Para poder calcular la iluminancia de una superficie es necesario conocer sus propiedades de reflexión. Para tales efectos, se puede definir un coeficiente de reflexión q , como la relación entre la luminancia y la iluminancia de un punto de la superficie de tal modo que:

$$q = \frac{L}{Eh} \dots\dots\dots \text{Ecuación (5)}$$

Dónde:

- q = Coeficiente de luminancia en el punto P.
- L = Luminancia en el punto P.
- Eh = Iluminancia horizontal en el punto P

El coeficiente de luminancia para una calzada dada es función de la dirección de incidencia de la intensidad luminosa, de la dirección de observación y, de manera general de los cuatro ángulos ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$).

α = Ángulo de observación de la horizontal.

β = Ángulo (medido en el plano horizontal) entre el plano vertical de incidencia de la luz y el plano vertical de observación.

γ = Ángulo de incidencia de la luz con la vertical.

δ = Ángulo (medido en el plano horizontal) entre la dirección de observación y el eje de la calzada.

En la Fig. N° 17 nos muestra los parámetros que se tienen que considerar para determinar el coeficiente de luminancia.

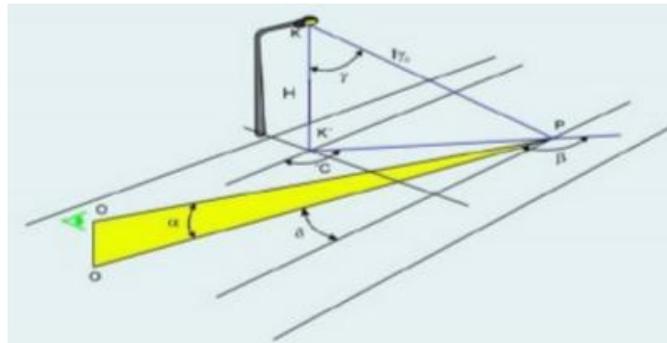


Fig. N° 17. Coeficiente de Iluminancia.

Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010, p 159.

5.11. Factor de Utilización (Fu)

El factor de utilización es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie dada, y el nominal emitido por la lámpara instalada, es una medida del conjunto lámpara-luminaria.

Este factor se obtiene de las curvas de utilización de la luminaria las cuales son facilitadas por el fabricante.

$$F_u = \frac{\Phi_{\text{utilizado}}}{\Phi_{\text{lámpara}}} \dots \dots \dots \text{Ecuación (6)}$$

5.12. Factor de Mantenimiento (Factor de conservación)

El factor de mantenimiento se define como la relación entre la iluminación media después de un cierto tiempo de utilización de una instalación de alumbrado y la iluminación obtenida en las mismas condiciones, con instalaciones nuevas. En ningún caso el nivel de iluminación media debe descender por debajo de un valor igual al 80% de ese mismo nivel obtenido en una instalación nueva (dicho de otro modo, el factor de mantenimiento no debe ser inferior a 0,8). El control debe efectuarse una vez al año.

Los factores de mantenimiento respecto al alumbrado público son:

- Factor de depreciación por suciedad en la luminaria.
- Factor de depreciación lumínica.

5.13. Factor de uniformidad longitudinal (UL)

Relación entre luminancia mínima y máxima longitudinal de una instalación de alumbrado.

$$UL = \frac{L_{min\ long}}{L_{max\ long}} \dots\dots\dots \text{Ecuación (7)}$$

5.14. Factor de uniformidad general (Uo)

Relación entre la luminancia mínima y media, de una instalación de alumbrado público.

$$Uo = \frac{L_{min}}{L_{med}} \dots\dots\dots \text{Ecuación (8)}$$

6. Parámetros de comparación entre lámparas de vapor de mercurio, vapor de sodio a alta presión y led.

6.1. Filamento

Es el componente más sensible de una lámpara, ya que durante su funcionamiento, cualquier vibración o perturbación eléctrica puede causar su rotura. Además este componente determina la vida de la lámpara y suele ser la causa de fracaso prematuro y aumento del costo de sustitución.

En la tabla N° 06 se realizó una comparación de la cantidad de electrodos que utiliza cada tipo de lámparas.

Tabla N° 06.
Comparación de Filamentos.

Mercurio a Alta Presión	Sodio a Alta Presión	Led
02 electrodos (principal y arranque)	01 electrodo	No poseen electrodo

Fuente: (Elaboración Propia)

6.2. Potencia Nominal

Es la potencia máxima que demanda una máquina o aparato en condiciones de uso normales; esto quiere decir que el aparato está diseñado para soportar esa cantidad de potencia, sin embargo debido a fluctuaciones en la corriente, al uso excesivo o continuo,

o en situaciones de uso distintas a las del diseño, la potencia real puede diferir de la nominal, siendo más alta o más baja.

6.3. Potencia Consumida

Es la potencia que realmente consume la luminaria, casi siempre está por encima de su potencia nominal.

En la tabla N° 07 se realizó una comparación de potencia nominal y consumida entre lámparas vsap y led.

Tabla N° 07. Comparación de Potencia Nominal y Consumida.

	Potencia Nominal (W)	Potencia Consumida(W)
VSAP	250	300
LED	100	100

Fuente: (Elaboración Propia)

6.4. Potencia Lumínica Real

Es el producto de la potencia consumida y el factor de mantenimiento.

6.5. Factor de Potencia (Fp)

Es la relación de la potencia activa (P), respecto a la potencia aparente (S), y nos da una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa. En la tabla N° 08 nos muestra el factor de potencia que corresponde a cada lámpara.

Tabla N° 08. Factor de Potencia.

	Factor de Potencia
Mercurio Alta Presión	0.8
Sodio Alta Presión	0.92
Led	0.98

Fuente: (Elaboración Propia)

6.6. Temperatura de Funcionamiento

Vienen determinadas por las pérdidas por efecto joule que presentan las lámparas.

En la tabla N° 09 nos muestra las temperaturas de funcionamiento con las que operan las lámparas mencionadas.

Tabla N° 09. Comparación de Temperatura de Funcionamiento.

	Temperatura °C
Mercurio Alta Presión	300
Sodio Alta Presión	350
Led	40

Fuente: (Elaboración Propia)

6.7. Vida Útil

En la tabla N° 10 se realizó una comparación del tiempo de vida útil entre lámparas de alumbrado público.

Tabla N° 10. Comparación de Vida Útil entre Lámparas.

	Vida Útil (H)
Mercurio Alta Presión	10 000
Sodio Alta Presión	10 000-28 000
Led	>50 000

Fuente: (Elaboración Propia)

6.8. Tiempo de encendido

En la tabla N° 11 nos muestra según el tipo de lámpara, el tiempo que tarda en encender una lámpara.

Tabla N° 11. Tiempo de Encendido entre Lámparas.

	Tiempo (min)
Mercurio Alta Presión	4-5
Sodio Alta Presión	5-10
Led	0

Fuente: (Elaboración Propia)

6.9. Temperatura del color

En la tabla N° 12 nos muestra la temperatura de color que existe entre las lámparas mencionadas.

Tabla N° 12. Temperatura de Color entre Lámparas.

	Temperatura(K)
Mercurio Alta Presión	3500 y 4500
Sodio Alta Presión	2000-3500
Led	3000-6000

Fuente: (Elaboración Propia)

6.10. Índice de rendimiento de color

Tabla N° 13. Índice de Rendimiento de Color entre Lámparas.

	%
Mercurio Alta Presión	40 a 45
Sodio Alta Presión	< 50
Led	65-90

Fuente: (Elaboración Propia)

6.11. Eficacia

Tabla N° 14. Comparación de Eficacia Lumínica entre Lámparas.

	Eficacia(lm/W)
Mercurio Alta Presión	31-52
Sodio Alta Presión	80-130
Led	> 60

Fuente: (Elaboración Propia)

6.12. Parpadeo

El parpadeo es como la impresión subjetiva de la fluctuación luminosa causada por las variaciones de la tensión, estas variaciones implican en el cerebro del conductor una continua molestia con sensación de mareo. En la tabla N° 15 se realizó una comparación del nivel de parpadeo que presenta cada lámpara.

Tabla N° 15. Comparación de Parpadeo por Tipo de Lámpara.

	Parpadeo
Mercurio Alta Presión	Mucho
Sodio Alta Presión	Poco
Led	Nunca

Fuente: (Elaboración Propia)

6.13. Contenido de Mercurio

En la tabla N° 16 se muestra el contenido de Mercurio que contiene por cada lámpara.

Tabla N° 16. Contenido de Mercurio por tipo de Lámparas.

	Mercurio (mg)
Mercurio Alta Presión	10-100
Sodio Alta Presión	10-50
Led	0

Fuente: (Elaboración Propia)

6.14. Distorsión Armónica

Distorsión indica la cantidad de armónicos de corriente que está fluyendo en las líneas de energía. Los armónicos son corrientes no deseadas en múltiplo de 5 de la frecuencia de la línea fundamental (por ejemplo, 50 ó 60 Hz). Las corrientes armónicas pueden crear tensiones adicionales y pérdidas de potencia.

En las luminarias de vapor de mercurio al igual que las de vapor de sodio se produce una distorsión armónica menor al 35%.

Con un factor de potencia del 0,9 y una distorsión armónica inferior al 20%, los led superan cualquier combinación de lámpara AP (alta presión) + reactancia + condensador, incluso cuando se pueden utilizar balastos electrónicos.

7. Contaminación Lumínica

La contaminación lumínica puede definirse como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales de luz nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u

horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.

Un ineficiente y mal diseñado alumbrado exterior, la utilización de proyectores y cañones láser, la inexistente regulación del horario de apagado de iluminaciones publicitarias, monumentales u ornamentales, etc., generan este problema cada vez más extendido.

La contaminación lumínica tiene como manifestación más evidente el aumento del brillo del cielo nocturno, por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire urbano, de forma que se disminuye la visibilidad de las estrellas y demás objetos celestes

7.1. Inconvenientes

Sobre la contaminación lumínica, hasta el momento, existe escasa conciencia social, pese a que genera numerosas y perjudiciales consecuencias como son el desperdicio de energía (y las emisiones de gases de invernadero resultantes de su producción), el daño a los ecosistemas nocturnos, los efectos dañinos a la salud en humanos y animales, las dificultades para el tráfico aéreo y marítimo, las dificultades para la astronomía y la pérdida en general de la percepción del universo a gran escala. Es probable que muchos de los efectos negativos de la contaminación lumínica sean desconocidos aun. Es indudable que el alumbrado exterior es un logro que hace posible desarrollar múltiples actividades en la noche, pero es imprescindible iluminar de forma adecuada, evitando la emisión de luz directa a la atmósfera y empleando la cantidad de luz estrictamente necesaria allí donde necesitamos ver. Toda luz enviada lateralmente, hacia arriba o hacia los espacios en donde no es necesaria, no proporciona seguridad ni visibilidad y es un despilfarro de energía y dinero.

Estos perjuicios no se limitan al entorno del lugar dónde se produce la contaminación (poblaciones, polígonos industriales, áreas comerciales, carreteras, etc.) sino que la luz se difunde por la atmósfera y su efecto se deja sentir hasta centenares de kilómetros desde su origen. Además, la contaminación lumínica puede provocar plagas y cambios persistentes en el medio ambiente.

Al incrementarse más el brillo del cielo, acaban por desaparecer también, de forma progresiva, las estrellas, con lo que, al final, solamente las más brillantes, algunos planetas y la luna resultan visibles en medio de un cielo urbano neblinoso de color gris-anaranjado. Si consideramos que en condiciones óptimas, nuestro ojo alcanza a distinguir estrellas hasta la sexta magnitud, lo cual supone poder alcanzar a ver unas 3.000 en verano, podremos juzgar con equidad la magnitud de lo que nos perdemos. Además, se ha demostrado en los últimos años que una exposición prolongada de los árboles a luz artificial puede provocar que los árboles se descontroren y crezcan en momentos inadecuados.

La contaminación lumínica produce un incremento de la contaminación del aire al inhibir en parte las reacciones químicas que hacen depositarse a los óxidos de nitrógeno en forma de nitratos.

7.2. Contaminación lumínica y CO₂

Cada vez, un habitante necesita más energía, entre otros motivos para los aparatos eléctricos (televisores, lavadoras, ordenadores...) provocando que un ciudadano de un país industrializado gaste unas 100 veces más que un habitante del tercer mundo.

La contaminación lumínica está relacionada en parte con un aumento del CO₂ debido a que para producir electricidad se necesitan centrales térmicas (aparte de energías renovables) y esto produce un aumento notable de la contaminación medioambiental.

Tomando como consideración que en el año 2014 existían 1.6 millones de equipos de alumbrado público, y siendo de este modo reemplazados por tecnología led, se dejaría de emitir 139 toneladas de CO₂ por año.

8. Metodología para el cálculo de Alumbrado Público

El propósito de la iluminación en las vías públicas tanto para vehículos como para peatones es crear un ambiente de confort visual durante la noche, logrando una visión clara, precisa y cómoda que permita tomar acciones rápidas al ir conduciendo por una vialidad. Para realizar los cálculos de iluminancia media de una vía, aplicaremos el método europeo de los nueve puntos.

8.1. Método Europeo de los 9 Puntos

De acuerdo con el método europeo de los 9 puntos, que se usa para calcular la Iluminancia media sobre la vía en una instalación de alumbrado público, es necesario ubicar cada uno de estos puntos de cálculo sobre la porción de la vía considerada, definiendo un rectángulo de largo ($S/2$) por ancho (w).

De este modo, tal rectángulo se divide en cuatro partes, dos longitudinales y dos transversales, de modo que los puntos a considerar son cada uno de los vértices de los nuevos rectángulos generados. Así se obtienen los 9 puntos considerados en el método.

En la Fig. N° 18 nos muestra el método de los 9 puntos que se aplica para calcular la iluminancia media.

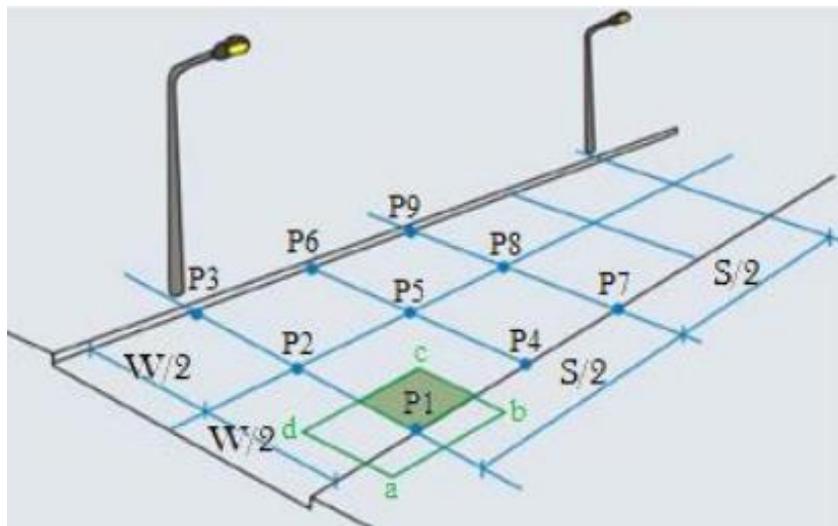


Fig. N° 18. Cálculo de la Iluminancia Media – Método Europeo de los 9 Puntos
Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010, p 150.

Se considera la iluminancia en cada punto de medida como la que corresponde a un rectángulo de dimensiones $(w/2) * (S/2)$. La iluminancia media sobre la vía se calcula teniendo en cuenta la contribución de iluminancia de cada punto a la porción típica de vía. Así, los puntos extremos tienen una contribución de 0,25; los puntos intermedios de 0,5 y el punto central de 1.0.

Así, la iluminancia E_1 leída en el punto P_1 corresponde al área a, b, c, d, pero tan sólo la cuarta parte de esa área corresponde a un área sobre la vía considerada (área sombreada). Igual sucede con la iluminación de los puntos P_3 , P_7 y P_9 . Por tanto la contribución de esos puntos debe ser ponderada al 25%.

Por idéntico razonamiento, los puntos P_2, P_4, P_6 y P_8 representan la iluminación de áreas que tan solo tienen el 50% sobre la vía, el punto P_5 , a diferencia de los demás, representa un área totalmente contenida en la vía por lo que su contribución al promedio es completa.

A partir de la lectura de la iluminación en los 9 puntos, la iluminación media sobre la vía se calcula con la fórmula siguiente:

$$E_{med} = \frac{1}{16} [(E_1 + E_3 + E_7 + E_9) + 2 \times (E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + 4 \times E_5]$$

..... Ecuación (9)

Siendo E_1, E_2, \dots, E_9 las iluminancias en los puntos P_1, P_2, \dots, P_9 respectivamente.

La Figura N° 19 ayuda a ubicar los nueve puntos, para diferentes sistemas de alumbrado, de acuerdo con la distribución de los postes y la forma de la vía.

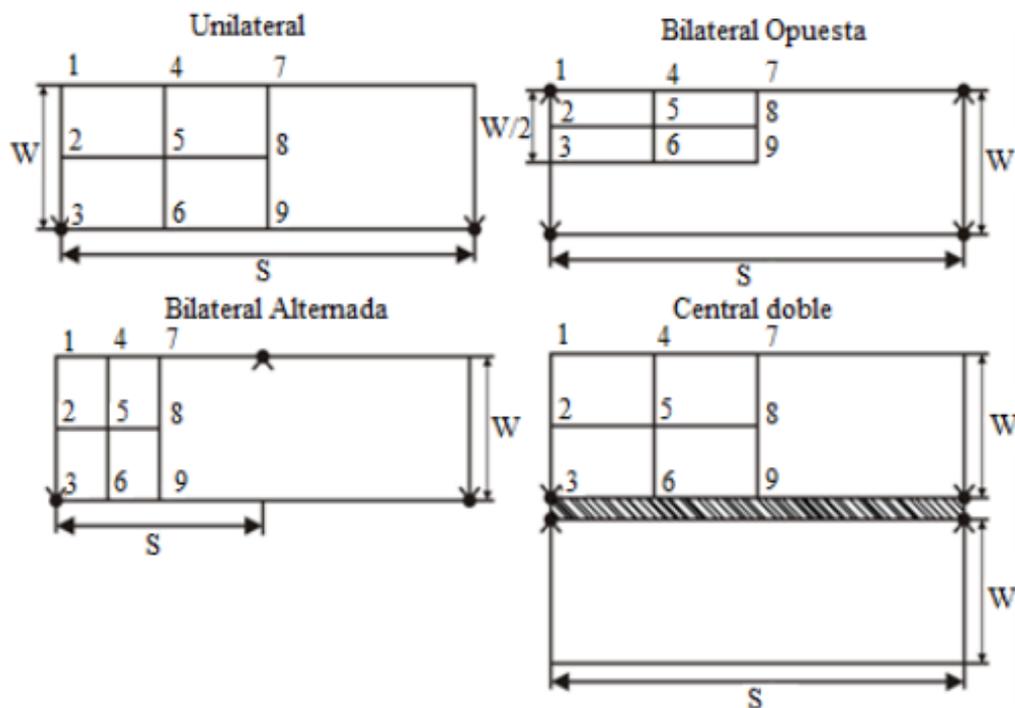


Fig. N° 19. Selección de los 9 puntos según disposición de las luminarias
Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010, p 151.

9. Software Dialux Evo

Dialux es un software de la empresa alemana Dial, se ha establecido como programa para cálculo de iluminación desde hace muchos años y es utilizado para hacer proyectos de iluminación por una comunidad de usuarios inmensa en todo el mundo, exactamente en 189 países. Permite importar archivos CAD de diversos diseños civiles y arquitectónicos.

10. Parámetros económicos del proyecto (Rentabilidad)

10.1. Valor Neto Actual (VAN)

Es un método de evaluación de proyectos de inversión que consiste en determinar el valor presente de los flujos de fondos del negocio, usando la tasa de descuento acorde al rendimiento mínimo esperado. Se determina mediante la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \dots \dots \dots \text{Ecuación (10)}$$

Vt: flujo de caja en cada periodo de tiempo

I₀: valor del desembolso inicial de la inversión

n: número de periodos considerado

k: tipo de interés

Además, se tiene 03 consideraciones, Si el VAN>0 se dice que la inversión en ese proyecto traerá beneficios. Si el VAN=0 se dice el proyecto no producirá ni perdidas ni ganancias y Si el VAN<0 se dice que el proyecto solo traería perdidas y no debe aplicarse.

10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Mide la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto. Se define como la tasa de descuento que hace cero el VAN de un proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación (11)}$$

10.3. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El PRI es el tiempo en el cual se da el retorno de la inversión realizada en un proyecto.

Nuestro presente trabajo es una propuesta, por lo que no citaremos hipótesis alguna por considerarla implícita.

Nuestro objetivo general en este proyecto de tesis es elaborar una propuesta de alumbrado público utilizando tecnología led en la Avenida José Gálvez, Chimbote 2016.

Asimismo, hemos considerado los siguientes objetivos específicos:

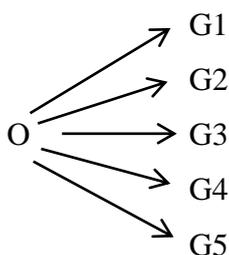
- Realizar el diagnóstico de la situación actual del sistema de iluminación con lámparas VSAP en la avenida José Gálvez de Chimbote.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual con un sistema de iluminación de tecnología Led, usando el software Dialux, en la Av. José Gálvez de Chimbote.
- Realizar una evaluación económica y energética del sistema de iluminación planteado en la Av. José Gálvez de Chimbote.

II. Metodología del trabajo

a. Tipo y Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es descriptiva de diseño no experimental siendo también de corte transversal. A la vez es necesario precisar que la variable independiente es el Alumbrado Público con Tecnología Led.

El diseño de investigación de este proyecto está representado en el siguiente esquema:



b. Población - Muestra

Población

Lámparas VSAP que alumbran la Avenida José Gálvez, cuadras 1-10, desde el Malecón Grau hasta el Jr. Dionisio Derteano.

Muestra

Se trabajará con toda la población.

c. Técnica e Instrumento de investigación

En la tabla N° 17 se muestra las técnicas e instrumentos utilizados en el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla N° 17. Técnica e Instrumento de Datos Obtenidos.

Técnica	Instrumento
Análisis Documental (Hidrandina)	Reportes y Datos Técnicos
Observación de Campo (con cinta métrica y el luxómetro)	Ficha de observación Registro de información luminotécnica
Simulación de iluminación con tecnología LED	Software DiaLux Evo

Fuente: (Elaboración Propia)

Procesamiento y análisis de los Información

Las simulaciones y cálculos luminotécnicos de alumbrado público fueron realizadas en el software Dialux evo. Para los diversos cálculos, estadísticas y gráficos comparativos se usó el software Microsoft Excel. Para la elaboración de planos se usó el software Autocad. Para empezar con la ejecución del presente trabajo, se inició con la toma de mediciones de la longitud de los vanos, de las calzadas, del arcén y de la mediana, utilizando cinta métrica; además se utilizó el Luxómetro para medir la iluminancia en cada tramo y con el método europeo de los 9 puntos se determina la iluminación promedio, todo esto respecto a la Avenida José Gálvez. (Anexo I)

Seguidamente se recolecta información proporcionada por Hidrandina sobre el número de sub estaciones que se encargan de energizar el alumbrado público, el número de luminarias asociadas a cada una de estas, con sus respectivas potencias y se toma en cuenta el tipo de postes a lo largo de la Av. José Gálvez.

En lo que respecta a las sub estaciones, se realizó un análisis del consumo de energía de los últimos años para determinar un consumo promedio con las luminarias actuales y así compararlo con la nueva tecnología led que se propone.

Se analiza los datos proporcionados por Osinergmin en las tablas mencionadas en la parte teórica, los cuales dependen del tipo de vía que sea la Av. José Gálvez y sus demás características necesarias para el desarrollo de la propuesta.

Para la simulación de iluminación utilizando tecnología led y cálculos luminotécnicos se utilizó el software Dialux evo, en este programa se obtendrán resultados siendo posible optimizarlos a través de la modificación de algunos parámetros tales como altura de montaje, grado de inclinación, avance en la horizontal del pastoral y longitud de vano, los cuales no fueron tomados en cuenta en el momento de medición de la iluminación en la Av. José Gálvez. Mediante los reportes proporcionados por Hidrandina (Anexo II) sobre los diversos costos de las actividades que se realizan se puede hacer un cálculo de los costos de mantenimiento de las luminarias vsap y de montaje de las luminarias led. Además se consulta a la empresa We-ef Leuchten el costo de las luminarias led que serán empleadas en el presente trabajo de investigación. Finalmente con todos estos datos se puede obtener el ahorro económico y el tiempo de retorno de la inversión utilizando tecnología led.

III. Resultados

1) Diagnostico Actual del Sistema de Iluminación de la Avenida José Gálvez

1.1) Tipo de Vía

Existen diferentes tipos de vía, para lo cual en cada una de ellas la iluminación varía. De acuerdo a la tabla N° 01 (Tipos de alumbrado según clasificación vial) proporcionada por Osinergmin determinamos lo siguiente:

La Av. José Gálvez le corresponde el tipo de vía Colectora 1 por ser la vía principal del Distrito de Chimbote, permitiendo el transporte público. El tipo de iluminación es II.

Además según la tabla N° 02 (niveles de luminancia, iluminancia e índice de deslumbramiento), tabla N° 04 (uniformidad de luminancia), tabla N° 05 (evaluación de deslumbramiento), proporcionada por Osinergmin, a la Av. José Gálvez le corresponde los siguientes parámetros:

Luminancia Media (Lm): 1,0 – 2,0 (cd/m²)

Iluminancia Media en calzada oscura (Em): 20 – 40 (lx)

Índice de control de deslumbramiento (G): 5 – 6

Evaluación de deslumbramiento: Admisible

Uniformidad Media Uo: ≥ 0.40

Uniformidad Longitudinal UI: ≥ 0.65

Deslumbramiento Perturbador TI: ≤ 10

Factor de Pérdida de Luz SR: ≥ 0.50

Para el tipo de calzada se utilizara la tabla N° 03 (Tipo de superficie y calzada):

Revestimiento: Asfalto

Tipo de Calzada: Oscura

Coefficiente de Luminancia (q0): 0.07

En la tabla N° 18 se presenta un cuadro resumen con los datos establecidos por Osinergmin para la Av. José Gálvez:

Tabla N° 18. Parámetros Técnicos establecidos por Osinergmin para la Av. José Gálvez.

Vía	Tipo Vía	Tipo Alumbrado	Lm (cd/m ²)	Em (lx)	G	Evaluación (G)	Tipo de Calzada	q0
Avenida José Gálvez	Colectora 1	II	1,0 – 2,0	20 - 40	5-6	Admisible	Oscura	0,07

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en zonas de Concesión de distribución 2002

1.2) Denominación de las Cuadras

En la tabla N° 19 se denominó las cuadras de la Av. José Gálvez por tramos.

Tabla N° 19. Cuadras de la Av. José Gálvez por tramos.

Cuadra Anterior – Cuadra Siguiete	Tramo
Malecón (1) – Bolognesi (2)	1
Bolognesi (2) – Pardo (3)	2
Pardo (3) – Prado (4)	3
Prado (4) – Espinar (5)	4
Espinar (5) – Ugarte (6)	5
Ugarte (6) – Olaya (7)	6
Olaya (7) – Pizarro (8)	7
Pizarro (8) – Garcilazo (9)	8
Garcilazo (9) – Derteano (10)	9

Fuente: (Elaboración Propia)

El total de cuadras en la av. José Gálvez que se estudiara en el presente trabajo de investigación es 10.

1.3) Disposición Actual de las Sub Estaciones

Existen 5 sub estaciones las cuales alimentan el A.P. de la Av. José Gálvez, cuya denominación y potencia se muestran en la tabla N° 20.

Tabla N° 20. Características Técnicas de las Sub Estaciones Existentes en la Av. José Gálvez.

S. E.	POTENCIA KVA	TIPO	RELACION DE TRANSFORMACION MT/BT	CONEXIONADO DE TRAFOS	CONEXION
CH1526	200	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA
CH2299	100	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.38 – 0.22	TRIFASICA	DELTA – ESTRELLA
CH0955	100	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA - DELTA
CH0059	150	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA
CH0605	75	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA

Fuente: (Hidrandina)

1.4) Disposición Actual de Los Postes

La Avenida José Gálvez corresponde a la zona UTM: 17L, en la tabla N° 21 se describe la ubicación geográfica de los postes que se encuentran ubicados en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tabla N° 21. Ubicación geográfica de los postes ubicados en la Av. José Gálvez.

Poste	Coordenada UTM		Tipo	Característica
	Este	Norte		
P1	764867	8995661	CAC	BT (8/200)
P2	764875	8995690	CAC	BT (8/200)
P3	764880	8995723	CAC	BT (8/200)
P4	764889	8995755	CAC	BT (8/200)
P5	764917	8995779	CAC	MT (12/300)
P6	764927	8995816	CAC	MT (12/300)
P7	764938	8995856	CAC	MT (12/300)
P8	764959	8995934	CAC	MT (12/300)
P9	764971	8995977	CAC	MT (12/300)
P10	764981	8996015	CAC	MT (12/300)
P11	764993	8996059	CAC	MT (12/300)

Tabla N° 21. Ubicación geográfica de los postes ubicados en la Av. José Gálvez (Continuación)

Poste	Coordenada UTM		Tipo	Característica
	Este	Norte		
P12	765001	8996090	CAC	MT (12/300)
P13	765009	8996118	CAC	MT (12/300)
P14	765020	8996162	CAC	MT (12/300)
P15	765031	8996201	CAC	MT (12/300)
P16	765042	8996241	CAC	MT (12/300)
P17	765052	8996279	CAC	MT (12/300)
P18	765063	8996318	CAC	MT (12/300)
P19	765073	8996358	CAC	MT (12/300)
P20	765082	8996390	CAC	MT (12/300)
P21	765094	8996433	CAC	MT (12/300)
P22	765105	8996475	CAC	MT (12/300)
P23	765113	8996505	CAC	MT (12/300)
P24	765124	8996547	CAC	MT (12/300)
P25	765135	8996587	CAC	MT (12/300)
P26	765143	8996617	CAC	MT (12/300)
P27	765149	8996641	CAC	MT (12/300)
P28	765167	8996666	CAC	BT (8/200)
P29	765174	8996694	CAC	BT (8/200)
P30	765146	8996667	CAC	BT (8/200)
P31	765155	8996700	CAC	BT (8/200)

Fuente: (Elaboración Propia)

1.5) Disposición Actual de Los Vanos

La cantidad total de vanos en la Av. José Gálvez comprendida de la cuadra 1 a la cuadra 10 es de 29 vanos, tal como se muestra en la tabla N° 22.

Tabla N° 22. Vanos por tramos en la Av. José Gálvez.

Tramo	Vano (m)	Postes	Tramo	Vano (m)	Postes
1	30.12	P1,P2,P3,P4	6	39.25	P17,P18,P19
	33.6			40.9	
	32.3			41.2	
2	31	P5,P6,P7	7	33.34	P20,P21,P22
	39.2			44.54	
	41			42.7	
3	80.86	P8,P9,P10	8	31.71	P23,P24,P25
	44.4			43.2	
	38.6			41.32	
4	46.4	P11,P12,P13	9	31.26	P26,P27,P28, P29,P30,P31
	31.62			24.9	
	28.9			24	
45.47	33.94				
5	41.1	P14,P15,P16	29.05		
	41				

Fuente: (Elaboración Propia)

1.6) Disposición Actual de las Luminarias y Pastorales

En la Av. José Gálvez actualmente existen 54 luminarias. Todas ellas de vapor de sodio a alta presión (VSAP). Las pastorales son del tipo parabólico, de material concreto y de tipo doble en las disposiciones de doble axial. En la tabla N° 23 se muestran las características de las luminarias y pastorales ubicadas en la Av. José Gálvez.

Tabla N° 23. Características de las luminarias y pastorales ubicadas en la Av. José Gálvez.

Tramo	Cantidad	Disposición	Potencia (W)	Altura de montaje (m)	Pastorales (m)
1	4	unilateral	150	7	1.75
2	6	doble axial	250	10	2.15
3	6	doble axial	250	10	2.15
4	6	doble axial	250	10	2.15
5	6	doble axial	250	10	2.15
6	6	doble axial	250	10	2.15
7	6	doble axial	250	10	2.15
8	6	doble axial	250	10	2.15
9	4	doble axial	250	10	2.15
	4	pareada	150	8	1.75

Fuente: (Elaboración Propia)

1.7) Disposición Actual de las Calzadas y Medianas

Tabla N° 24. Secciones Viales y Tipo de Conductor en la Av. José Gálvez.

Tramo	Calzada 1 (m)	Calzada 2 (m)	Ancho Mediana (m)	Altura Mediana (m)	Tipo de Conductor
1	16.85	-	-	0.2	AEREO
2	10.3	10.55	1.97	0.2	SUBTERRANEO
3	10.47	10.5	2	0.2	AEREO
4	9.64	10.53	2	0.17	AEREO
5	9.56	10.3	2	0.2	AEREO
6	10.08	9.98	2	0.2	AEREO
7	10.66	10.17	2	0.2	AEREO
8	9.94	9.56	1.99	0.2	AEREO
9	9.91	10.16	1.97	0.18	AEREO
	20.04	-	-	-	AEREO

Fuente: (Elaboración Propia)

1.7.1) Conductor eléctrico

El cableado de alumbrado público es aéreo en los tramos: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

El conductor es Autoportante de Aluminio 2x16/25.

Mientras que en el tramo 2 es subterráneo. El conductor es NYY 2x16.

1.8) Iluminación Actual

La medición de iluminación se realizó con el equipo llamado Luxómetro, en donde la iluminación no se vea afectada por otras fuentes de luz ajenas a la Av. José Gálvez (Preferentemente pasado las 11 pm.), aplicando el método de los 9 puntos se obtuvieron los siguientes resultados de Iluminancia tomados en la Av. José Gálvez, tal como se muestra en la tabla N° 25.

Tabla N° 25. Iluminancia obtenida por el Método de los 9 Puntos en la Av. José Gálvez.

Tramo	Disposición	Iluminancia (lux)
1	Unilateral	27.875
2	Doble axial	32.875
3	Doble axial	41.5625
4	Doble axial	42.3125
5	Doble axial	37.825
6	Doble axial	24.375
7	Doble axial	24.635
8	Doble axial	37.062
9	Doble axial	51.75
	Pareada	49.313

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Avenida Pardo (cuadra 3) existe un vano de 80.86 m, y no existe ningún poste, la iluminancia promedio en ese tramo es de 17 Lx, muy por debajo de los demás datos obtenidos, lo cual no cumple con lo planteado por OSINERGMIN.

2) Simulación de Alumbrado Público Actual en Av. José Gálvez

La simulación se hizo en base a los tramos 1, 2-8 y 9. Esta división se hizo porque la Av. José Gálvez presenta tres tipos de distribución de alumbrado público (unilateral, doble axial y pareada). Los datos de la luminaria y lámpara existente son los siguientes:

Luminaria: H/SCR DE PHILIPS, Lámpara: SON-TPP de 250W

Tramo 1

En la tabla N° 26 se muestran los resultados obtenidos por el dialux para una disposición unilateral en el tramo 1.

Vano Promedio = 33.6 m

Tabla N° 26. Resultados obtenidos por dialux para una disposición unilateral en el tramo 1.

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX				
33.6	250	2.25	0.83	5.37	49.8	0.33	0.37	5	1
			x	x	ok	x	x	ok	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

La iluminación actual no cumple con todos los parámetros establecidos por Osinergmin.

Tramo 2 – 8

En la tabla N° 27 se muestran los resultados obtenidos por el dialux para una disposición doble axial en el tramo 2-8.

Vano Promedio = 38.17m

Tabla N° 27. Resultados obtenidos por dialux para una disposición doble axial en el tramo 2 - 8.

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX				
38.17	250	2.25	2.63	15.6	87.6	0.38	0.76	16	0.8
			ok	x	ok	x	ok	x	x

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX				
38.17	250	2.25	2.66	15.3	87.9	0.39	0.76	16	0.78
			ok	x	ok	x	ok	x	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

La iluminación actual no cumple con todos los parámetros establecidos por Osinergmin.

Tramo 9

En la tabla N° 28 se muestran los resultados obtenidos por el dialux para una disposición pareada en el tramo 9.

Vano Promedio = 33.94 m

Tabla N° 28. Resultados obtenidos por dialux para una disposición pareada en el tramo 9.

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX				
33.94	250	2.25	3.4	16	150	0.3	0.67	23	0.51
			ok	x	ok	x	ok	x	ok

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX				
33.94	250	2.25	3.37	15.7	150	0.3	0.67	23	0.52
			ok	x	ok	x	ok	x	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

La iluminación actual no cumple con todos los parámetros establecidos por Osinergmin.

3) Parámetros característicos para la disposición de luminarias led

La simulación se hizo en base a los tramos 1, 2-8, 9. Esta división se hizo porque la Av. José Gálvez presenta tres tipos de disposición de alumbrado público (unilateral, doble axial y pareada).

3.1) Determinación de la altura de montaje

Actualmente la altura de montaje en toda la Av. José Gálvez está entre 10.5 m y 7 m. En el anexo III, según lo establecido para el tipo de alumbrado II (Av. José Gálvez), la altura de montaje debe estar comprendida entre 8.5 m y 10 m. Es recomendable que la relación entre el vano (V) y la altura de montaje (H) este entre 3 y 4. El vano promedio en toda la Av. José Gálvez es de 35.23 m (considerando los 9 tramos para poder uniformizar una sola altura de montaje).

Teniendo como referencia estos valores, podemos obtener la relación siguiente:

Para $H = 8.5$

$$V = 35.23 \quad \frac{V}{H} = \frac{35.23}{8.5} = 4.14 \text{ (No cumple)}$$

Para $H = 10$

$$V = 35.23 \quad \frac{V}{H} = \frac{35.23}{10} = 3.52 \text{ (Si cumple)}$$

Por lo tanto se consideró utilizar una altura de montaje de 10 m, para la cual también servirá para realizar las simulaciones y cálculos de iluminación de alumbrado público de la Av. José Gálvez de Chimbote.

3.2) Determinación del Tipo de Luminaria

Se utilizará la siguiente luminaria, teniendo en cuenta la disposición de luminarias en la Av. José Gálvez.

Luminaria 1: WE-EF LEUCHTEN

Potencia: 162 w

En la tabla N° 29 se muestran los resultados obtenidos por el dialux utilizando luminarias led con vanos promedios en sus 3 disposiciones en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tabla N° 29. Resultados obtenidos por dialux utilizando luminarias led en la Av. José Gálvez de Chimbote

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX				
1 (unilateral)	33.6	162	0.88	5.73	50.1	0.35	0.37	5	0.65
			x	x	ok	x	x	ok	ok
2-8 (doble axial)	38.17	162	1.81	11.8	44.7	0.31	0.37	9	0.87
			ok	x	x	x	x	ok	ok
9 (pareada)	33.94	162	1.04	10.4	34.2	0.66	0.53	9	0.87
			ok	x	ok	ok	x	ok	ok

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX				
1 (unilateral)	33.6	162	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
2-8 (doble axial)	38.17	162	1.19	11.7	44.4	0.4	0.5	10	0.87
			ok	x	x	ok	x	ok	ok
9 (pareada)	33.94	162	1.91	10.3	34.2	0.38	0.4	9	0.87
			ok	x	ok	x	x	ok	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

Con los resultados de la simulación, podemos observar que no todos los parámetros cumplen con lo exigido por Osinergmin. Por lo que se hace un análisis más estricto determinando que se necesita trabajar con vanos de 23.5 m, 22.5 m y 19.0 m aproximadamente para cumplir con las exigencias de Osinergmin.

3.3) Determinación del Angulo de Inclinación

El ángulo adecuado de inclinación del pastoral por lo general tiene los siguientes valores: 5°, 10° y 15°. Para determinar el ángulo a utilizar, se simulará con el software de diseño dialux evo, teniendo en cuenta algunos datos técnicos:

- H = 10 m. (Altura de Montaje)
- V = 38.17 m. (Vano Promedio)
- $\alpha_1 = 5^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha_3 = 15^\circ$

- Ancho de Calzada 1: 10.22 m. (promedio)
- Ancho de Calzada 2: 10.07 m. (promedio)
- Ancho de la Mediana (Berma): 2 m.
- Alto de la Mediana (Berma): 0.19 m.
- Clase de Iluminación: ME2
- Puntos de Red (Puntos de Iluminación) en cada calzada: $x=10$, $y=3$ (Para simulación).
- Factor de Mantenimiento: 0.85
- Luminaria 1: WE-EF LEUCHTEN de 162w de potencia.
- Luminarias por mástil: 2

En la tabla N° 30 se muestran los resultados obtenidos por el dialux utilizando luminarias led para la determinación del ángulo de inclinación del pastoral (5°, 10° y 15°), en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tabla N° 30. Simulación con Dialux para la Determinación del Angulo de Inclinación del Pastoral (5°, 10° y 15°), utilizando Luminarias Led en la Av. José Gálvez de Chimbote.

VANO (m)	POTENCIA (W)	ANGULO DE INCLINACION	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	Lux	Lux				
23.5	162	5°	2.97	26.1	57.9	0.43	0.65	8.00	0.86
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		10°	2.94	25.3	57.1	0.42	0.64	8.00	0.87
			ok	ok	ok	ok	x	ok	ok
		15°	2.87	23.5	55.5	0.4	0.62	8.00	0.88
			ok	ok	ok	ok	x	ok	ok

VANO (m)	POTENCIA (W)	ANGULO DE INCLINACION	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m2	Lux	Lux				
23.5	162	5°	2.00	26.40	58.00	0.52	0.72	9.00	0.86
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		10°	1.93	25.60	57.20	0.52	0.74	8.00	0.87
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		15°	1.83	23.80	55.50	0.51	0.72	7.00	0.88
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Fuente: (Resultados del Dialux)

Simulando los resultados en el dialux evo, con nuestro vano promedio de 23.5 m, se pudo determinar que los 3 ángulos cumplen con lo requerido. Además mientras menor sea el ángulo de inclinación, los valores Lmed, Emin, Emax, Uo, UL son mayores, y los valores de TI y SR son menores. Concluyendo que el ángulo de inclinación del pastoral a utilizar será de 5°.

3.4) Determinación del Avance en la Horizontal del Pastoral

Los avances en la horizontal de pastorales más utilizados en el alumbrado público son de 1.5, 2.5 y 3 m. Actualmente en la Av. José Gálvez de Chimbote se viene utilizando pastorales con un avance en la horizontal de 2.5 a 3 m.

En la tabla N° 31 se realizó la simulación en el dialux, para obtener el avance en la horizontal del pastoral apropiado para nuestro proyecto, teniendo como datos establecidos: vano promedio, potencia de la luminaria y el ángulo de inclinación del pastoral.

Tabla N° 31. Simulación con dialux para la determinación del avance en la horizontal (1.50 m, 2.50 m y 3.50 m) utilizando luminarias led en la Av. José Gálvez.

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE EN LA HORIZONTAL (m)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	Lux	Lux				
23.5	162	1.5	2.93	26.1	69	0.42	0.67	8.00	0.87
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		2.5	3.01	26.1	57.1	0.45	0.65	8.00	0.86
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		3.5	3.01	26.3	53.1	0.49	0.65	8.00	0.85
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE EN LA HORIZONTAL (m)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	Lux	Lux				
23.5	162	1.5	2.08	26.4	69.1	0.49	0.71	9	0.87
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		2.5	1.94	26.5	57.2	0.55	0.75	9	0.86
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		3.5	1.81	26.5	53.2	0.61	0.77	8	0.85
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

Simulando los resultados en el dialux evo, con nuestro vano promedio de 23.5 m, se determina que para el avance de 2.50 m los valores de Lmed, Emin, Emax, Uo, UL son mayores que los valores de los otros dos avances, concluyendo que el avance en la horizontal del pastoral será de 2.50m.

4) Evaluación de los niveles de iluminación con tecnología led

4.1) Determinación de los niveles de iluminación por tramos

En el anexo IV, mostraremos los niveles de iluminación de los tramos considerados en nuestro proyecto, teniendo como referencia los siguientes parámetros:

- Altura de montaje: 10 m.
- Angulo de inclinación del pastoral: 5°
- Avance en la horizontal del pastoral: 2.50 m.
- Luminaria: WE-EF LEUCHTEN de 162w de potencia.

Tabla N° 32. Simulación con dialux para la determinación del tipo de luminaria led a utilizar (162 watts), teniendo como referencia los nuevos vanos propuestos por tramos para cumplir con los niveles de iluminación que exige Osinergmin.

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	Lux	Lux				
1 (Unilateral)	19	162	1.53	25.8	53.2	0.6	0.71	4	0.64
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 - 8 (Doble axial)	23.5	162	3.01	26.1	57.1	0.45	0.65	8	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9 (Pareada)	22.5	162	1.61	30.1	44.6	0.87	0.78	8	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX				
1 (Unilateral)	19	162	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
2 - 8 (Doble axial)	23.5	162	1.94	26.5	57.2	0.55	0.75	9	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9 (Pareada)	22.5	162	2.98	30.1	44.6	0.51	0.65	8	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: (Resultados del dialux)

En la tabla N° 32, se realizó la simulación en dialux para cada tramo según el tipo de alumbrado, y de acuerdo a los vanos que cumplan con todo lo exigido por Osinergmin se concluye que todos los parámetros cumplen con lo establecido, por lo que se realizará una redistribución de postes en la Av. José Gálvez.

5) Reubicación e instalación de postes en la Av. José Gálvez

De acuerdo a las simulaciones realizadas, se reubicará 12 postes existentes en la Av. José Gálvez, además se implementarán 9 postes nuevos, tal como se muestra en las tablas N° 33 y N° 34 respectivamente.

Tabla N° 33. Postes Reubicados y Nuevos por tramos en la Av. José Gálvez

Tramo	Poste reubicado	Poste nuevo
1	P2,P3	Pz1
2	P6	Pz2
Av. Pardo	-	Pz3
3	P9	Pz4
4	P11,P12	Pz5
5	P15	Pz6
6	P18	Pz7
7	P21	Pz8
18	P24	Pz9
9	P29,P30	-

Fuente: (Elaboración Propia)

La nueva posición de los postes en la Av. José Gálvez será:

Tabla N° 34. Ubicación de los postes reubicados y nuevos por tramos en la Av. José Gálvez

Poste	Coordenada UTM		Tipo	Característica
	Este	Norte		
P1	764867	8995661	CAC	BT (8/200)
P2	764873	8995684	CAC	BT (8/200)
<u>Pz1</u>	764876	8995708	CAC	BT (8/200)
P3	764882	8995732	CAC	BT (8/200)
P4	764888	8995755	CAC	BT (8/200)
P5	764917	8995779	CAC	MT (12/300)
P6	764924	8995805	CAC	MT (12/300)
<u>Pz2</u>	764931	8995830	CAC	MT (12/300)
P7	764938	8995856	CAC	MT (12/300)
<u>Pz3</u>	764949	8995897	CAC	MT (12/300)
P8	764959	8995935	CAC	MT (12/300)

Tabla N° 34. Ubicación de los postes reubicados y nuevos por tramos en la Av. José Gálvez (Continuación)

Poste	Coordenada UTM		Tipo	Característica
	Este	Norte		
P9	764966	8995961	CAC	MT (12/300)
<u>Pz4</u>	764974	8995988	CAC	MT (12/300)
P10	764981	8996015	CAC	MT (12/300)
P11	764990	8996049	CAC	MT (12/300)
P12	764996	8996072	CAC	MT (12/300)
<u>Pz5</u>	765002	8996095	CAC	MT (12/300)
P13	765009	8996118	CAC	MT (12/300)
P14	765020	8996162	CAC	MT (12/300)
P15	765027	8996188	CAC	MT (12/300)
<u>Pz6</u>	765035	8996215	CAC	MT (12/300)
P16	765042	8996241	CAC	MT (12/300)
P17	765052	8996279	CAC	MT (12/300)
P18	765059	8996305	CAC	MT (12/300)
<u>Pz7</u>	765066	8996332	CAC	MT (12/300)
P19	765073	8996358	CAC	MT (12/300)
P20	765082	8996390	CAC	MT (12/300)
P21	765090	8996418	CAC	MT (12/300)
<u>Pz8</u>	765097	8996447	CAC	MT (12/300)
P22	765105	8996475	CAC	MT (12/300)
P23	765113	8996505	CAC	MT (12/300)
P24	765120	8996532	CAC	MT (12/300)
<u>Pz9</u>	765128	8996560	CAC	MT (12/300)
P25	765135	8996587	CAC	MT (12/300)
P26	765143	8996617	CAC	MT (12/300)
P27	765149	8996641	CAC	MT (12/300)
P28	765167	8996666	CAC	BT (8/200)
P29	765172	8996688	CAC	BT (8/200)
P30	765149	8996677	CAC	BT (8/200)
P31	765155	8996700	CAC	BT (8/200)

Fuente: (Elaboración Propia)

6) Cálculos de los costos de inversión

Las cotizaciones de los suministros están en el anexo V.

6.1) Inversión en luminarias led

Actualmente existen 54 luminarias vsap en la Av. José Gálvez, las cuales serán reemplazadas por 54 luminarias We-ef Leuchten de 162 w de potencia. Además con la

instalación de 9 postes nuevos (1 poste unilateral y 8 doble axial), se instalarán 17 luminarias led adicionalmente.

En total serán 71 luminarias led que deberán adquirirse. Tomando en cuenta que el cambio del dólar según la Sunat es 3.284 soles (24/06/2016) se realiza en la siguiente tabla N° 35 los costos de inversión utilizando lámparas vsap de 250 watts de potencia.

Tabla N° 35. Costo de luminarias led que se instalarían en la Av. José Gálvez de Chimbote.

POTENCIA (W)	MARCA	UNIDAD	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO (DÓLAR)	TOTAL (SOLES)
162	WE-EF LEUCHTEN	und	71	250	58,291.00

Fuente: (We-ef Leuchten, 2016)

6.2) Inversión en materiales

En la tabla N° 36 se muestran los costos de inversión en materiales que corresponden al trabajo de investigación en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tabla N° 36. Costo de inversión en materiales.

DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)	TOTAL (SOLES)
Poste CAC 12m/200	und	8	980.00	7,840.00
Poste CAC 8m/200	und	1	320.00	320.00
Cable NYY 2x16	m	20	9.30	186.00
Cable Autoportante Aluminio 2x16/25	m	200	7.20	1,440.0
Abrazadera de FG pastoral doble 3/15x1 1/2"x220mmØ C/4 PH 1/2x2 C/4 THC/4 APL	cjto	71	19.80	1,405.80
Pastoral de F°.G°. 1 1/2" Ø incluido Tratamiento Resina H=2.5m V=1.88m R=1.1m	cjto	40	92.80	3,712.00
Empalmes red subterránea y aéreas 6-70mm ²	cjto	9	12.35	111.15
Cemento 42.5 Kg (Instalación y Reubicación de postes)	bol	32	22.90	732.80
TOTAL				14,451.75

Fuente: (Elaboración Propia)

6.3) Costo de mano de obra

Como ya se detalló anteriormente, se instalarán 9 postes nuevos, se reubicarán 12 postes y se instalarán 71 luminarias con sus respectivos pastorales. Además la empresa Hidrandina S.A. tiene codificada cada actividad con su respectivo costo (referencial) como se muestra en la tabla N° 37. Ver anexo II.

Tabla N° 37. Costo de mano de obra.

ACTIVIDAD.	DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)	TOTAL (SOLES)
-	Transporte de postes y cajas de derivación de Trujillo a Chimbote	cjto	9	800	7,200.0
BT-024	Instalación de poste CAC y accesorios	und	9	162.68	1,464.12
BT-023	Reubicación de poste y accesorios	und	12	250.40	3,004.8
ME120	Alquiler camión 8T	horas	8	51.48	411.84
BT-054	Apertura y Cierre de zanja	m ²	69.55	42.33	2,944.05
AP-007	Cambio y/o instalación de pastorales con luminarias	und	71	66.19	4,699.49
ME118	Alquiler grúa 15T para retiro de 12 pastorales de concreto y 21 postes CAC	horas	21	42.33	888.93
TOTAL					20,613.23

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

6.4) Costo total de inversión

Se realiza el resumen del costo de inversión en la tabla N° 38 según lo detallado.

Tabla N° 38. Costo total de inversión.

DESCRIPCION	SUB TOTAL
Luminarias LED	58,291.00
Materiales	14,451.75
Mano de Obra	20,613.23
TOTAL INVERSION	93,355.98

Fuente: (Elaboración Propia)

7) Análisis energético anual del alumbrado público utilizando tecnología VSAP y LED

7.1) Análisis energético VSAP 250W

El consumo energético de las 54 luminarias vsap se dará en función de la potencia de cada luminaria considerando un tiempo de funcionamiento de 12 horas al día durante los 365 días del año, cuya función está dada a continuación:

$$EA \text{ VSAP-año} = W \times N \times H \times D \dots\dots\dots \text{Ecuación (12)}$$

Dónde:

W: Potencia de cada luminaria

N: Numero de luminarias

H: Horas al día de operatividad

D: Días al año de operatividad

7.2) Análisis energético LED (We-ef Leuchten de 162 W)

El consumo energético de las 71 luminarias led utilizadas serán de We-ef Leuchten de 162w de potencia, considerando un tiempo de funcionamiento de 12 horas al día durante los 365 días del año, cuya función está dada a continuación:

$$EA \text{ leds-año} = W \times N \times H \times D \dots\dots\dots \text{Ecuación (13)}$$

Dónde:

W: Potencia de cada luminaria

N: Numero de luminarias

H: Horas al día de operatividad

D: Días al año de operatividad

7.3) Comparación de Análisis Energético de VSAP 250W y LED 150W

En la tabla N° 39 se realizó una comparación del consumo de energía activa anual entre lámparas VSAP y LED.

Tabla N° 39. Comparación de Análisis Energético entre VSAP y LED.

LUMINARIA	N	H	D	CONSUMO ENERGIA ACTIVA ANUAL (kW-h)
VSAP	54			436,520
LED	71	12	365	310,980

Fuente: (Elaboración Propia)

Para VSAP no se consideran el número de horas y los días pues los consumos son registrados por un medidor de EA.

8) Costo de operación y mantenimiento usando tecnología VSAP y LED

8.1) Costo de operación

El costo de operación es el producto de la energía activa consumida de cada luminaria y el precio por cada kW-hora consumida. A continuación se menciona la fórmula para hallar lo mencionado:

$$\text{Costo Operación} = \text{EA consumida} \times \text{Precio kW-h}$$

En la siguiente tabla N° 40 se indica el costo de operación de la tecnología VSAP y LED teniendo en cuenta que el precio promedio por kW-h es 0.2174 Soles (Ver Anexo VI)

Tabla N° 40. Costo de operación usando tecnología VSAP y LED.

TECNOLOGIA	CONSUMO EA PROM ANUAL Kw-h	COSTO kW-h	COSTO OPERACIÓN
VSAP	436520	0.2174	94899.45
LED	310980	0.2174	67607.05
AHORRO	125540	0.2174	27292.40
		% AHORRO	28.76 %

Fuente: (Elaboración Propia)

8.2) Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento está en función del costo de mano de obra que es la actividad que realizan los operarios por unidad de alumbrado.

A continuación en la tabla N° 41 se muestra las luminarias por sub-estación en Hidrandina:

Tabla N° 41. Luminarias por S.E. en Hidrandina.

SUB - ESTACION	POTENCIA					TOTAL
	50	70	100	150	250	
S.E. CASMA	602	3766	103	108	142	4721
S.E. CHIMBOTE NORTE	27	8185	297	659	424	9592
S.E. CHIMBOTE SUR	37	9408	47	1032	220	10744
S.E. CHIMBOTE - 01	0	576	0	5	0	581
S.E. CHIMBOTE - 02	1	1025	178	290	192	1686
S.E. HUARMEY	69	2200	0	223	16	2508
S.E. NEPEÑA	112	898	22	15	0	1047
S.E. PALLASCA	639	1598	5	37	0	2279
S.E. SAN JACINTO	402	1623	0	10	39	2074
S.E. SANTA	377	3488	23	116	179	4183
S.E. TRAPICIO	7	5520	190	475	450	6642
TOTAL GENERAL	2273	38287	865	2970	1662	46057

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

Según el cuadro presentado por Hidrandina, la cantidad de luminarias de 250 W es 1662, la cual le corresponde un costo de mano de obra por mantenimiento anual de S/. 194 594.40. Además el costo actual de mantenimiento (CAM) luminaria es S/. 65.52.

Hallando el CAM para las 54 luminarias vsap existentes resulta S/. 3538.08.

Hallando el CAM para las 71 luminarias leds a implementar resulta S/. 4651.92.

Comparando la tecnología VSAP y LED respecto a las actividades de mantenimiento se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 42. Comparación de actividades entre lámparas VSAP y LED.

ACTIVIDAD	VSAP	LED
Cambio de Lámpara en forma masiva.	Aplica	No Aplica
Cambio y/o instalación de Pastorales con luminaria respectiva	Aplica	No Aplica
Retiro de pastoral y/o luminaria	Aplica	No Aplica
Cambio y/o instalación de luminaria	Aplica	No Aplica
Rehabilitación de Luminarias	Aplica	No Aplica

Fuente: (Elaboración Propia)

Osinermin considera 04 deficiencias típicas (Actividad AP-005 Normalización de reclamos de alumbrado público) que se muestran en la siguiente tabla N° 43:

Tabla N° 43. Deficiencias típicas de lámparas de alumbrado público.

TIPO	SITUACION	DESCRIPCION
DT1	Lámpara Inoperativa	Cuando la lámpara está apagada, lámpara encendido intermitente o cuando no existe la lámpara.
DT2	Pastoral roto o mal orientado	Cuando el pastoral esta desprendido o girado fuera de su posición de diseño que imposibilita el cumplimiento de su función.
DT3	Falta de Unidad de Alumbrado Publico	Cuando entre postes existente con alumbrado, falta un poste de alumbrado originado por deterioro o por choque de vehículos o existiendo el poste falta el artefacto de alumbrado.
DT4	Interferencia de árbol	Cuando el follaje del árbol por su cercanía física a la luminaria interfiere al haz luminoso y origina zona oscura en la vía.

Fuente: (Elaboración Propia)

Para la Av. José Gálvez se pueden dar las 3 primeras situaciones, tomando en cuenta que no existente árboles y es una avenida muy transitada. Se elabora un cuadro de distribución porcentual para determinar el costo de mantenimiento por actividad de acuerdo a lo establecido por Hidrandina S.A, tal como se muestra en la tabla N° 44.

Tabla N° 44. Distribución porcentual del costo de mantenimiento por actividades.

Unidades VSAP	54					
Unidades LED	71					
INSPECCIONES DE REDES A.P.	UNIDAD	CODIGOS AP	P.U.	%	VSAP	LED
Inspección Diurna	Punto Luz	1	3.99	0.84%	106.08	45.91
Inspección Nocturna	Punto Luz	2	3.49	0.73%	92.78	42.4
MEDICIONES DE A.P.						
Medición del nivel de Iluminación	Vano	3	6.52	9.78%	1,236.78	672.49
MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS						
Normalización de Reclamos de A.P.	Unidad	5	63.29	13.31%	1,682.65	205.58
Cambio de Lámpara en forma masiva	Lámparas	6	29.5	6.20%	784.22	0
Cambio y/o Instalación Pastoral c/Luminaria	Cjto.	7	66.19	13.92%	1,759.62	0
Retiro de Pastoral y/o Luminaria	Cjto.	8	39.22	8.25%	1,042.74	0
Cambio y/o Instalación de Luminaria	Cjto.	9	41.79	8.79%	1,110.97	0
Rehabilitación de Luminarias	Luminarias	10	17.89	3.76%	475.52	0
Mantenimiento de Luminarias en Campo	Luminarias	11	51.89	10.91%	1,379.67	639.83
Mantenimiento de Pastorales F°G°	Pastoral	12	31.91	6.71%	848.47	439.19

Tabla N° 44. Distribución porcentual del costo de mantenimiento por actividades (continuación)

Unidades VSAP	54					
Unidades LED	71					
INSPECCIONES DE REDES A.P.	UNIDAD	CODIGOS AP	P.U.	%	VSAP	LED
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CONTROL DE A.P.						
Mantenimiento de Equipos de Control de A.P.	Cjto.	15	16.25	3.42%	431.95	194.98
Cambio y/o instalación de equipos de control de A.P.	Cjto.	16	16.62	3.49%	441.92	195.96
Rebobinado de Contactores	Und	18	47.09	9.90%	1,252.01	581.05
TOTAL			435.6	100%	12,645.38	3,017.4
Fuente: (Elaboración Propia)					AHORRO	S/. 9,627.99
					EQUIVALENTE AL %	76.14%

Sabiendo que el costo total en mantenimiento con el sistema led es de S/. 3,017.39 al año, podemos obtener el costo de mantenimiento por cada luminaria dividiendo entre las 71 luminarias que se instalarán en la Av. José Gálvez, obteniendo como resultado:
Costo de mantenimiento por luminaria led = S/. 42.50.

9) Tiempo de operación (vida útil) de las luminarias VSAP y LED

Para los equipos con tecnología VSAP la vida útil de operatividad por cada luminaria es de 13 000 horas, es decir 3 años.

Para los equipos con tecnología LED la vida promedio de operatividad es de 50 000 horas, es decir 11.5 años.

En la tabla N° 45 se realizó una comparación de tiempo de vida útil entre lámparas VSAP y LED.

Tabla N° 45. Comparación de vida útil de VSAP y LED

Tecnología	Vida Útil
VSAP	3 años
LED	11.5 años

Fuente: (Elaboración Propia)

Por lo tanto la relación respecto a la vida útil (horas) entre ambas tecnologías es 3.85. Considerando la instalación inicial, quiere decir que por cada cambio de 01 luminaria LED se cambiara 4.85 luminarias VSAP.

10) Determinación del Ahorro Total al Año

Para determinar el ahorro total al año, se determina el ahorro relacionado al costo de operación y mantenimiento. En la tabla N° 46 se realizó una comparación de ahorro entre lámparas VSAP y LED.

Tabla N° 46. Ahorro total obtenido usando tecnología LED frente a VSAP.

CONCEPTO	ANUAL			% AHORRO/VSAP
	VSAP S/.	LED S/.	AHORRO S/.	
Operación	94,899.45	67,607.05	27,292.40	28.76%
Mantenimiento	12,645.38	3,017.39	9,627.99	76.14%
TOTALES	107,544.83	70,624.44	36,920.39	

Fuente: (Elaboración Propia)

El ahorro total usando luminarias led es de S/. 36,920.39.

11) Tecnología VSAP y LED frente a la contaminación Lumínica

La generación de energía eléctrica en las centrales térmicas, aplicada al alumbrado público, produce una contaminación de 0.026 kg CO₂ por cada luminaria VSAP al día. En la Avenida José Gálvez existen 54 luminarias VSAP que siendo reemplazadas por tecnología LED reduciría la emisión de CO₂ en 512.46 kg de CO₂ al año.

12) Evaluación económica del sistema de Iluminación con tecnología LED en la Av. José Gálvez de Chimbote.

12.1) Determinación del VAN, TIR y PRI

Se ha determinado el costo de inversión inicial (S/.93,355.98) así como el ahorro total al año (S/. 36,920.39) que se lograría.

Necesitamos hacer una evaluación económica para saber si el proyecto es viable mediante el VAN (valor actual neto), la TIR (tasa interna de retorno) y el PRI (período de retorno de la inversión). El flujo de caja serán los ahorros obtenidos al año al usar luminarias led en el tiempo de vida media de los equipos led (11.5 años). La fórmula del VAN y el TIR es:

$$VAN = -I_0 + \sum_1^n \frac{CF}{(1+i)^n} \dots\dots\dots \text{Ecuación (14)}$$

$$I_0 = \sum_1^n \frac{CF}{(1+TIR)^n} \dots\dots\dots \text{Ecuación (15)}$$

Reemplazando los valores obtenidos tenemos:

$$I_0 = S/. 93,355.98$$

$$CF = S/. 36,920.39$$

$$n = 11.5 \text{ años}$$

Para la tasa de actualización (tasa de descuento) debemos tener en cuenta los antecedentes favorables y la cada vez mayor aceptación de la tecnología led en el mundo, asumiendo un riesgo medio asumiremos una tasa de actualización del 12% (i=12%).

En la tabla N° 47 se realizó el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para determinar si el proyecto es viable.

Inversión (I₀): S/. 93,355.98

Ahorro Anual: S/. 36,920.39

Tasa de Descuento: 12 %

Tabla N° 47. Cálculo del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)

	Año	0	1	2	3	4
DESCRIPCION	Und	Hoy	2017	2018	2019	2020
Flujo de Caja	S/.	93,355.98	36,920.39	36,920.39	36,920.39	36,920.39
Factor de descuento	%	100.00%	89.29%	79.72%	71.18%	63.55%
Valor Presente	S/.	93,355.98	32,962.63	29,432.71	26,279.20	23,463.58

	Año	5	6	7	8
DESCRIPCION	Und	2021	2022	2023	2024
Flujo de Caja	S/.	36,920.39	36,920.39	36,920.39	36,920.39
Factor de descuento	%	56.74%	50.66%	45.23%	40.39%
Valor Presente	S/.	20,949.62	18,705.02	16,700.91	14,911.53

	Año	9	10	11	11.5
DESCRIPCION	Und	2025	2026	2027	2028
Flujo de Caja	S/.	36,920.39	36,920.39	36,920.39	36,920.39
Factor de descuento	%	36.06%	32.20%	28.75%	27.16%
Valor Presente	S/.	13,313.86	11,887.38	10,613.73	10,029.03

Fuente: (Elaboración Propia)

VAN: S/. 135,895.22

TIR: S/. 38.77 %

En la tabla N° 48 se realizó el cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), para determinar en cuanto tiempo se recuperará la inversión realizada.

Tabla N° 48. Cálculo del periodo del retorno de la inversión (PRI)

AÑO	0	1	2	3	4
	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
	93,355.98	59,026.03	28,374.29	1,006.67	0.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Por lo tanto, considerando la tasa de descuento del 12%, el Periodo de Retorno de la Inversión obtenido es de 4 años.

IV. Análisis y Discusión

A) Situación Actual del Sistema de Iluminación

La Av. José Gálvez le corresponde el tipo de vía colectora 1 por ser la vía principal del Distrito de Chimbote y también por tener mayor afluencia de transporte público. El tipo de iluminación es II. Actualmente en la Av. José Gálvez se utilizan luminarias de VSAP de 250 watts de potencia, para determinar si la iluminación actual cumplía con los parámetros establecidos por Osinergmin, tuvimos que emplear el software dialux, con lo cual pudimos constatar que no todos los datos técnicos cumplen los niveles de iluminación que deberían presentar dicha avenida.

Tabla N° 49. Resultados obtenidos por dialux utilizando luminarias VSAP para una disposición doble axial.

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 1						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	Lux	Lux				
38.17	250	2.25	2.63	15.6	87.6	0.38	0.76	16	0.8
			ok	x	ok	x	ok	x	x

VANO (m)	POTENCIA (W)	AVANCE HORIZONTAL (m)	CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U ₀	U _L	TI	SR
			Cd/m ²	Lux	Lux				
38.17	250	2.25	2.66	15.3	87.9	0.39	0.76	16	0.78
			ok	x	ok	x	ok	x	ok

Fuente: (Resultados del dialux)

Así mismo se detectó que el coeficiente de luminancia (q_0) no corresponde al valor establecido por Osinergmin para un tipo de calzada oscura ($q=0.07$). Sabiendo que $q = L/E$ determinaremos la diferencia que existe entre coeficientes de luminancias.

Tabla N° 50. Relación entre los niveles de iluminancia y luminancia media en la Av. José Gálvez

VANO (m)	POTENCIA (W)	L/med (cd/m ²)	Emed (Lux)	Coficiente de luminancia Real	Coficiente de luminancia dado por Osinergmin
29	250	0.83	27.58	0.03	0.07
33.6	250	3.40	83.00	0.04	
38.17	250	2.63	59.60	0.04	

Fuente: (Resultados del dialux)

B) Implementación del sistema de iluminación Led

Para lograr implementar este sistema de iluminación led en la Av. José Gálvez se tiene que determinar los parámetros que se van utilizar para su desarrollo, tales como: la altura de montaje, longitud de los vanos, ángulo de inclinación y avance en la horizontal del pastoral, que permitirán mejorar el nivel de luminancia.

Se plantea reducir los vanos en las 3 disposiciones de luminarias que existe en la Av. José Gálvez para cumplir con los niveles de iluminación que exige Osinergmin, la altura de montaje será de 10 m, con avance en la horizontal de 2.50 m., ángulo de inclinación del pastoral de 5° y se utilizará la luminaria WE-EF LEUCHTEN de 162 watts de potencia, con un vano promedio de 23.5 m, logrando cumplir con lo establecido por Osinergmin (ver anexo VII).

Empleando los parámetros propuestos anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados de los niveles de iluminación para este nuevo sistema de iluminación led.

Calzada 1:

Lm: 3.01 cd/m²

Emin: 26.1

Emax: 67.1

Uo: 0.45

UI: 0.65

TI: 8

SR: 0.86

Calzada 2:

Lm: 1.94 cd/m²

Emin: 26.5

Emax: 57.2

Uo: 0.55

UI: 0.75

TI: 9

SR: 0.86

Teniendo como resultado estos valores, que cumplen con lo exigido por Osinergmin para la Av. José Gálvez, se comprobó que al utilizar este sistema de iluminación led con los parámetros propuestos se lograrán resultados beneficiosos en el alumbrado público.

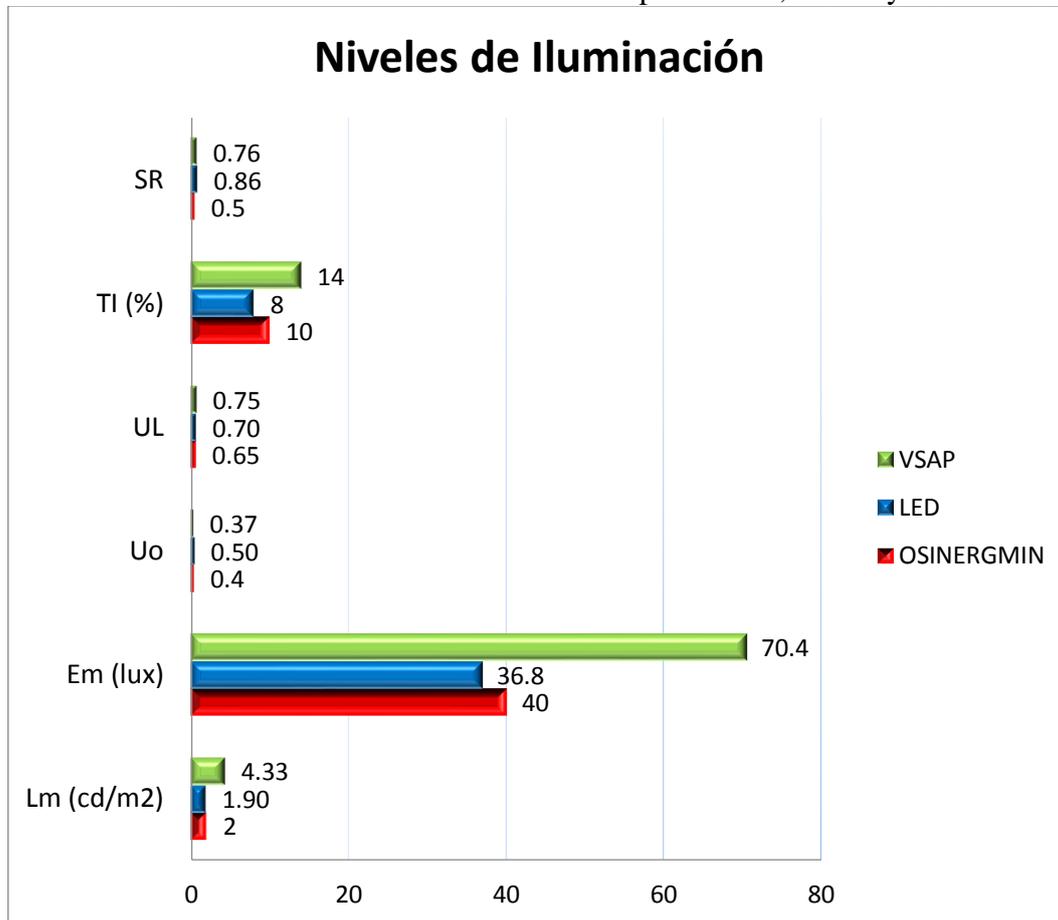
Utilizando el vano promedio de 23.5 m., podemos realizar un cuadro comparativo en el cual mostraremos las diferencias que existen de los niveles de iluminación entre las lámparas LED y VSAP.

Tabla N° 51. Cuadro comparativo de los niveles de iluminación entre lámparas LED y VSAP para vano promedio de 23.5 m.

LUMINARIAS	VANO (m)	Lm (cd/m ²)	Em (lux)	U _o	UL	TI	SR
LED (162 W)	23.5	2.47	36.8	0.5	0.70	8	0.86
VSAP (250 W)		4.33	70.4	0.37	0.75	14	0.76

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfico N° 01. Niveles de iluminación entre lámparas LED, VSAP y OSINERGMIN.



Fuente: (Elaboración Propia)

De este gráfico se puede observar que:

- Las luminarias Led presentan una luminancia media de 1.90 cd/m², lo cual está en el rango de 1 - 2 cd/m² que establece Osinergmin para alumbrado público, mientras que las de VSAP presentan una luminancia media de 4.33 cd/m², lo cual supera los

niveles de iluminación exigidos por Osinergmin. Por lo tanto al presentar mayor luminancia, va generar que el deslumbramiento (TI) también aumente a 14 %, lo cual sobrepasa el límite que es ≤ 10 .

- En la Iluminancia media (Lux), el valor obtenido con luminarias led es de 36.8 Lux, lo cual se encuentra dentro de los niveles recomendados por Osinergmin que está dado entre 20 - 40 Lux para un tipo de alumbrado II.

Esta propuesta de iluminación led en la Av. José Gálvez consiste en la instalación de 9 postes nuevos, reubicación de 12 postes existentes y se instalaran 71 luminarias con sus respectivos pastorales. Para ello se planteó reducir los vanos existentes a 23.5 m., de tal manera que cumplan con los niveles de iluminación que esta normalizado por Osinergmin para alumbrado público en vías principales donde existe mayor circulación vehicular de transporte público. El costo total de inversión para esta propuesta de alumbrado público con iluminación led es de S/. 93,322.98, sabiendo de lo costoso de esta tecnología, a su vez ofrece grandes beneficios en cuanto al consumo energético, calidad de iluminación, larga vida útil, reducción de la contaminación ambiental y bajo mantenimiento.

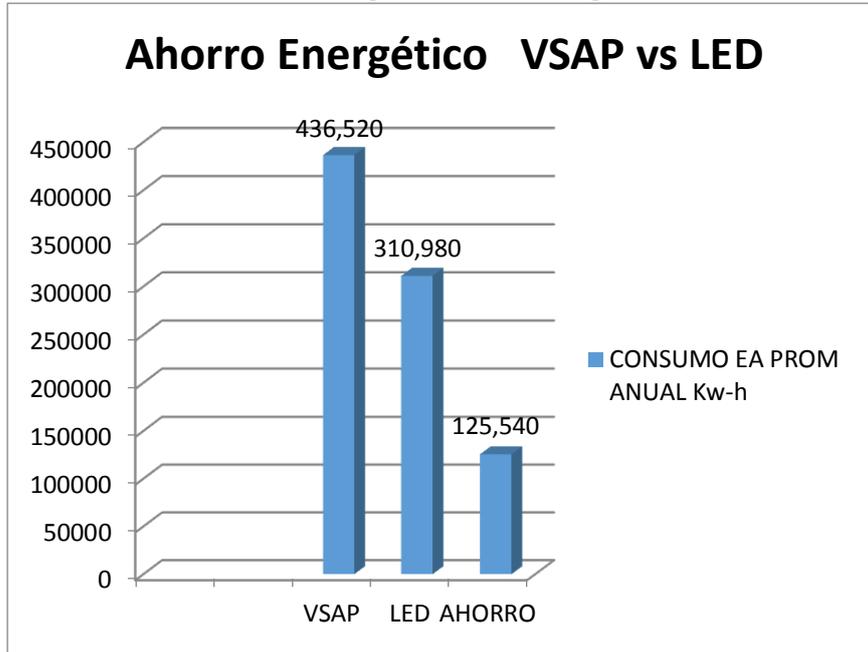
C) Análisis energético del sistema de iluminación con tecnología led

Actualmente en la Av. José Gálvez, el sistema de iluminación utilizado está dado por luminarias de vsap, lo cual tiene un consumo de EA de 435620 kWh. Mientras que el consumo de EA con luminarias led sería de 310980 kWh, lo que representa un ahorro del 28.76% en comparación con las luminarias de vsap, demostrando que las luminarias led generan mayor eficiencia energética.

D) Comparación de los costos de operación y mantenimiento del sistema LED frente al sistema VSAP

Es necesario realizar previamente el ahorro energético entre la tecnología LED y VSAP, para luego hallar el ahorro en costo de operación y mantenimiento. A continuación se muestra el ahorro energético en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 02. Ahorro energético de tecnología LED vs VSAP



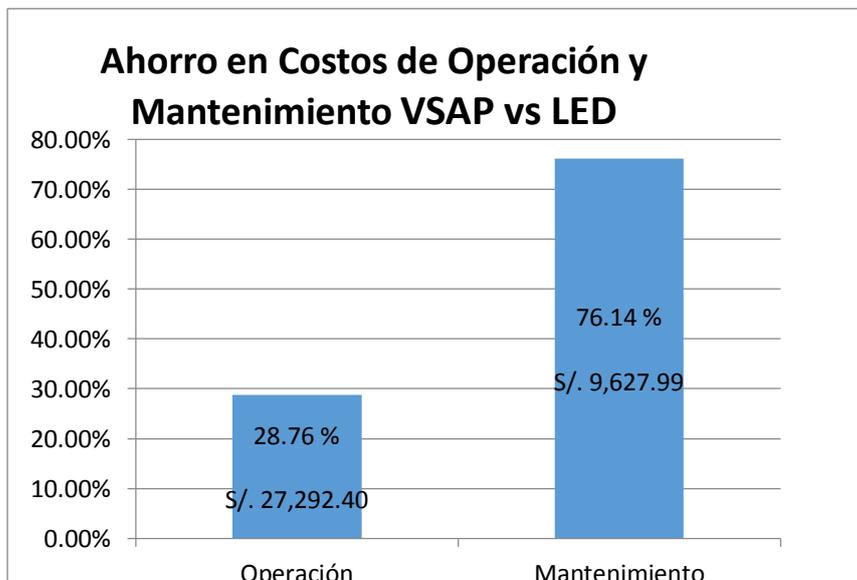
Fuente: (Elaboración Propia)

De este gráfico se puede observar que:

- El ahorro de consumo energético es de 125,540 Kw-h.

A continuación se detalla los ahorros en costos de operación y mantenimiento mediante porcentaje en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 03. Porcentajes de ahorro en costos de operación y mantenimiento.



Fuente: (Elaboración Propia)

- Sabiendo el ahorro en consumo energético se determina que el costo de Operación por el uso de luminarias Led en lugar de las luminarias VSAP es de S/. 27,292.40 (28.76%).
- El ahorro en costos de Mantenimiento por el uso de luminarias Led en lugar de las luminarias VSAP es de S/. 9,627.99 (76.14%).

E) Análisis de evaluación económica del sistema de iluminación led

Empleando como flujo de caja, el ahorro total obtenido por el uso luminarias led (S/. 36,920.39) y aplicando una tasa de descuento del 12%, se obtiene:

- Un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 135,895.22, lo cual por tener un alto valor neto indica que la realización del proyecto traería grandes beneficios económicos.
- Una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 38.77%, lo cual indica que el proyecto será rentable y traería grandes beneficios económicos.
- Un Periodo de Retorno de la Inversión (PRI) de 4 años, lo cual nos indica que en ese tiempo hallado se recuperará la inversión realizada.

F) Análisis comparativo del sistema de iluminación led propuesto en la Avenida José Gálvez con proyectos realizados anteriormente

Debido a la ventaja de la tecnología led frente a otros sistemas de iluminación, se han realizados diversos proyectos de investigación, a continuación se comparará los resultados obtenidos en el presente proyecto con los resultados obtenidos en proyectos realizados anteriormente.

Lara, et al. en el año 2009, refirieron que el ahorro energético utilizando tecnología led es de 80%, con un ahorro económico de 6 346.48 pesos (1813.28 soles) y una reducción de 835.05 kg de CO2 al año. Mientras que Lojano y Orellana en el año 2014 determinaron un ahorro energético del 54%, con un ahorro económico de \$606.89 al año (2124.14 soles) y una inversión de \$217 475.59 (761 164.56 soles) en 126 luminarias. Según la propuesta en la Avenida José Gálvez de Chimbote, el ahorro energético es de 28.76%, con una reducción de 512.46 kg de CO2 al año y una inversión de 145 423.23 soles en 71 luminarias.

V. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Actualmente el sistema de iluminación VSAP que se emplea en la Av. José Gálvez, no cumple con los niveles exigidos por Osinergmin, por lo tanto para cumplir con lo establecido, se plantea cambiar el tipo de iluminación existente por sistema led.
- Para cumplir con los niveles de iluminación establecidos por Osinergmin utilizando sistema led en la Av. José Gálvez, se determinó utilizar los siguientes parámetros: vano de 23.5 m. altura de montaje de 10 m (distancia de la superficie a la ubicación de la luminaria), pastorales con un ángulo de inclinación de 5° y un avance en su horizontal de 2.5 m
- En el análisis de evaluación económica se obtuvo un VAN de S/. 135,895.22 y una TIR de 38.77%, lo cual nos indica que el proyecto es beneficioso y viable para el alumbrado público de la Av. José Gálvez de Chimbote. El periodo de retorno de la inversión (PRI) es de 4 años, lo cual nos indica que en ese tiempo hallado se recuperará la inversión realizada. Así mismo el uso del sistema LED en el alumbrado público de la Av. José Gálvez genera un consumo de EA de 310980 kWh, lo cual representa un 28.76% menos que el actual consumo usando el sistema VSAP (436520 kWh).

Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los ahorros de energía con la tecnología LED, se recomienda aplicar esta tecnología a otras calles o avenidas importantes de la Ciudad de Chimbote, debido a que los beneficios son significativamente favorables en el ahorro de energía y contaminación ambiental.
- Se recomienda que la empresa concesionaria Hidrandina, cumpla con los niveles de iluminación que exige Osinergmin para brindar un mejor servicio de alumbrado público en la Av. José Gálvez de Chimbote.

- Para los trabajos de Montaje y Reubicación de Postes, se recomienda realizarlos en horas de poca afluencia peatonal y vehicular (preferentemente de noche de 10pm a 6 am), con el fin de no ocasionar malestar en la ciudadanía, además se debe empezar por la cuadra 1, 2, y así sucesivamente hasta terminar en la cuadra 10. Cada Área de trabajo debe estar cercada y señalizada. (Ver ANEXO XIV)

Agradecimientos

- A Dios por iluminarnos día a día en nuestro camino para poder desarrollar con éxito este proyecto de tesis.
- A nuestra familia por su apoyo y motivación constante para lograr nuestro objetivo.
- A nuestra Universidad que nos acogió para formarnos como profesionales, a los docentes por sus enseñanzas y experiencias brindadas.

VI. Referencias bibliográficas

- Agora N.(2014). *Streaming Philips:Experiencias de iluminación pública conectada en España*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UtyoWYUU3mc>
- Bañon, L. (2014). *Complementos de Proyectos*. Recuperado de: <https://presupuestos.gobierto.es/>
- Benjumea, M. (2009). *Propuesta para la Implementación del sistema “LED” para la Iluminación Pública en Antioquia* (tesis de pregrado). Escuela de Ingeniería de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Carachure, J. & Sandoval, A. (2011). *Análisis Comparativo sobre Luminarias de LED's contra Vapor de Sodio de Alta Presión y Aditivos Metálicos en Alumbrado Público* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México.
- Fernández, A. (2011). *Luces LED en algunas ciudades del mundo*. Recuperado de: <http://www.consumer.es/>
- Hidrandina S.A (2013). *Informe de Instalación de lámparas LED en el Servicio de Casma. Casma-Ancash-Perú*. Recuperado de: <http://www.distriluz.com.pe/>
- Iluminet (2008). *Alumbrado Público y sus Componentes*. Recuperado de: <http://www.iluminet.com>
- Lara, E.; Mondragón J. & Santiago D. (2009). *Estudio y Análisis de Ingeniería en Alumbrado público con luminarios de LED en la periferia del reclusorio norte* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México.
- Lojano, L. & Orellana, F. (2014). *Mejoramiento del sistema del alumbrado público de una arteria de circulación vehicular de la ciudad de Cuenca, mediante la*

sustitución por tecnología led (light emitting diode) (tesis de pregrado).
Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Ministerio de Energía y Minas. (2002). *Dirección General de la Electricidad. Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución*. Recuperado de: <http://www.minem.gob.pe/>

Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Dirección General de la Electricidad. Informe técnico legal N 01-2013/MEN-DGEE-JRL-KAF*. Recuperado de: <http://www.minem.gob.pe/>

Osinergmin. (2003). *Norma Técnica de alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución, bajo la Resolución Ministerial N° 013-2003-EM/DM*. Recuperado de: <http://www.osinerg.gob.pe/>

Osinergmin. (2013). *Avances Tecnológicos en el Alumbrado Público*. Recuperado de: <http://www.osinergmin.gob.pe/>

Piña, J. (2013). *Propuesta de Alumbrado Público, Tecnología LED* (tesis de pregrado).
Universidad Tecnológica de Querétaro, Santiago de Querétaro, México.

Rizzolo, C. (2009). *Manual de Procedimientos para la Ingeniería de Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas* (tesis de pregrado). Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Caracas, Venezuela.

VII. Anexos

Anexo I

Tabla I.1: Secciones viales y tipo de conductor en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tramo	Calzada 1 (m)	Calzada 2 (m)	Ancho Mediana (m)	Altura Mediana (m)	Tipo de Conductor
1	16.85	-	-	0.2	AEREO
2	10.3	10.55	1.97	0.2	SUBTERRANEO
3	10.47	10.5	2	0.2	AEREO
4	9.64	10.53	2	0.17	AEREO
5	9.56	10.3	2	0.2	AEREO
6	10.08	9.98	2	0.2	AEREO
7	10.66	10.17	2	0.2	AEREO
8	9.94	9.56	1.99	0.2	AEREO
9	9.91	10.16	1.97	0.18	AEREO
	20.04	-	-	-	AEREO

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla I.2: Iluminancia obtenida por el Método de los 9 Puntos en la Av. José Gálvez de Chimbote.

Tramo	Disposición	Iluminancia (lx)
1	unilateral	27.875
2	doble axial	32.875
3	doble axial	41.5625
4	doble axial	42.3125
5	doble axial	37.825
6	doble axial	24.375
7	doble axial	24.635
8	doble axial	37.062
9	doble axial	51.75
	pareada	49.313

Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo II

Tabla II.1: Relación de actividades en A.P. codificadas por Hidrandina S.A.

CODIGO	TAREA	UNIDAD	P.U. (S/.)
INSPECCIONES DE REDES DE AP			
AP-001	Inspección diurna de Alumbrado Público	Punto Luz	3.99
AP-002	Inspección nocturna de Alumbrado Público	Punto Luz	3.49
MEDICIONES DE ALUMBRADO PUBLICO			
AP-003	Medición completa del nivel de iluminación del A.P.	Vano	46.52
MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS			
AP-005	Normalización de Reclamos de Alumbrado Público	Unidad	63.29
AP-006	Cambio de Lámpara en forma masiva	Lámparas	29.50
AP-007	Cambio y/o Instalación de Pastorales c/luminaria	Cjto.	66.19
AP-008	Retiro de Pastoral y/o luminaria	Cjto.	39.22
AP-009	Cambio y/o instalación de luminaria	Cjto.	41.79
AP-010	Rehabilitación de Luminarias	Luminarias	17.89
AP-011	Mantenimiento de Luminarias en Campo	Luminarias	51.89
AP-012	Mantenimiento de Pastorales F° G°	Pastoral	31.91
AP-013	Confección de Pastorales	Pastoral	34.25
MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE CONTROL DE AP			
AP-015	Mantenimiento de equipos de Control de AP	Cjto.	16.25
AP-016	Cambio y/o instalación de equipos de control de AP	Cjto.	16.62
AP-017	Reprogramación de IHD(Elementos de Maniobra: Focélulas, Relojes Analógicos o Astronómicos)	Reloj	20.61
BT-019	Cambio de poste de concreto y accesorios	U	224.34
BT-022	Protección de estructuras de BT	U	138.56
BT-023	Reubicación de Poste y accesorios	U	250.40
BT-024	Instalación de poste CAC y accesorios	U	162.68
BT-024A	Instalación de postes de Fierro Galvanizado	U	121.48
ME118	Alquiler Camión Grúa de 15 Tn.	Hora	81.90
ME120	Alquiler Camión plataforma de 8 Tn.	Hora	51.48

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

Anexo III

Tabla III.1: Recomendaciones sobre disposición de luminarias.

TIPO DE ILUMINACION	ALTURA DE MONTAJE (H) (m)	RELACION D/H	DISPOSICION DE LUMINARIAS	ANCHO DE LA CALZADA
I	10 - 12	2.5 - 3	Unilateral	Dos canales de circulación (hasta 8m)
			Bilateral Tresbolillo	Tres canales de circulación (hasta 12m)
II	8.5 - 10	3 - 4	Bilateral en oposición central con doble brazo	Cuatro canales de circulación (hasta 16m)
III	8 - 10	3 - 4	Unilateral	$l < H$
IV	7.5 - 10	3 - 5	Bilateral Tresbolillo	$H < l \leq 1.5H$

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2016)

H= Altura de montaje, l=Ancho de la calzada, D=Intervalo de luminarias (Vano)

Anexo IV

Tabla IV.1: Niveles de Iluminación obtenidos con DIALUX de los nuevos vanos para la Av. José Gálvez de Chimbote, usando Luminarias WE-EF LEUCHTEN, Altura de Montaje = 10 m, Angulo de Inclinación = 5°, Avance en la horizontal = 2.5 m.

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	Emin	Ema _x	U0	UL	TI	SR	L/med	Emin	Ema _x	U0	UL	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX					Cd/m ²	LUX	LUX				
1 (Unilateral)	19.0	150	0.9	5.36	45.70	0.30	0.24	6.00	0.84	-	-	-	-	-	-	-
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
		162	1.53	25.80	53.20	0.6	0.71	4.00	0.64	-	-	-	-	-	-	-
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
2 - 8 (Doble axial)	23.5	150	1.04	6.31	47.3	0.29	0.26	4.00	0.88	1.02	6.34	47.4	0.29	0.31	5.00	0.88
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		162	3.01	26.10	57.10	0.45	0.65	8.00	0.86	1.94	26.50	57.20	0.55	0.75	9.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9 (Pareada)	22.5	150	0.94	8.31	39.8	0.44	0.35	5.00	0.97	0.97	8.3	40.1	0.46	0.32	4.00	0.97
			x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓
		162	1.61	30.10	44.60	0.87	0.78	8.00	0.86	2.98	30.10	44.60	0.51	0.65	8.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: (Resultados del dialux)

Anexo V

Cotizaciones de Postes de C.A.C., Cajas de Concreto, Abrazaderas y Pastorales

POSTES DEL NORTE S.A.

RUC N° 20440424792

COTIZACION N° 715-PN-2016

Cajamarca, 26 de Agosto del 2016

Señores

ALDO MONTERO MARCELO
DAVID VASQUEZ VASQUEZ

Presente.-

ATT. SR. OSWALDO HUAMÁN

De nuestra consideración:

Es grato saludarlos y asimismo presentarles nuestra cotización, sujeta a las siguientes condiciones de venta:

Proyecto: Propuesta de Alumbrado Público con Tecnología Led en la Av. José Gálvez, Chimbote 2016

Item	Descripción	Cant.	P.Unit.	P.Total
01	Poste de CAC 12/300 /165/360	09	S/. 527.00	S/. 4,743.00
02	Caja de Registro Circular de Concreto con Tapa para Puesta a Tierra.	09	S/. 33.00	S/. 297.00
03	Abrazadera de F°G° P/Pastoral Doble 3/16 X 2" X 220 MM Ø C/4 PH 1/2 X 2 C/4 TH C/4 APL	71	S/. 17.21	S/. 1,221.91
04	Pastoral F°G° 1" 1/2 Ø, H 2500MM/ V1880MM, RADIO = 1100MM	71	S/. 78.21	S/. 5,552.91
VALOR DE VENTA				S/. 11,814.82
18% IGV				S/. 2,126.67
TOTAL GENERAL				S/. 13,941.49

- **GARANTIA: 2 AÑOS**
- **Para recoger la Mercadería de nuestra Fábrica es indispensable llevar su Guía de Remisión**
- Validez de la Oferta: 30 días

Plazo de entrega: 30 DIAS CON ENTREGAS PARCIALES

- Forma de Pago: CONTADO

Para brindar un mejor servicio a nuestros clientes hemos creado un convenio de recaudación con el Bco. Continental (BBVA), para lo cual al momento de realizar un depósito sólo deberán indicar que van a realizar un pago por recaudación, no siendo necesario que indiquen un N° de cuenta, hacerlo con los siguientes datos:

Nombre de empresa	POSTES DEL NORTE SA
Código de Recaudo	5300
Moneda	NUEVOS SOLES
Campo de Identificación 1	Nº DE DNI O RUC
Campo de Identificación 2	IMPORTE A DEPOSITAR S/.

- **Materiales puestos en nuestra fábrica de Cajamarca, ubicada en Caserío La Collpa s/n, CAJAMARCA-JESÚS, sobre plataforma de camión.**
- **Cuenta Corriente Banco Continental M.N. 0011-0254-0100017956**
- **Cuenta Corriente Banco Interbank M.N. 600-3001017060**
- Para conocer más sobre nuestra empresa, visítenos en: www.postesdelnortesa.com
facebook.com/postesdelnortesa

Atentamente,

POSTES DEL NORTE S.A.


Felipe N. Pérez Díaz
GÉRENTE GENERAL

Anexo VI

Tabla VI.1: Recomendaciones sobre disposición de luminarias.

TECNOLOGIA	CONSUMO EA PROM ANUAL kW-h	COSTO kW-h	COSTO OPERACION
VSAP	59130	0.2174	12854.862
LED	46647	0.2174	10141.0578
AHORRO	12483	0.2174	2713.8042
		%AHORRO	21.11%

Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo VII

Tabla VII.1: Simulación con Dialux para el Vano Promedio de 23.5 m.

WE-EF LEUCHTEN GmbH & Co. KG 108-0966 PFL540 [A60] IP66:LED-48/144W/4K 48xLED-48/144W/840 - 4000K



Grado de eficacia de funcionamiento: 82.42%
Flujo luminoso de lámparas: 21600 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 17802 lm
Potencia: 162.0 W
Rendimiento lumínico: 109.9 lm/W
Temperatura de color: 2856 K
Índice de reproducción de color: 100

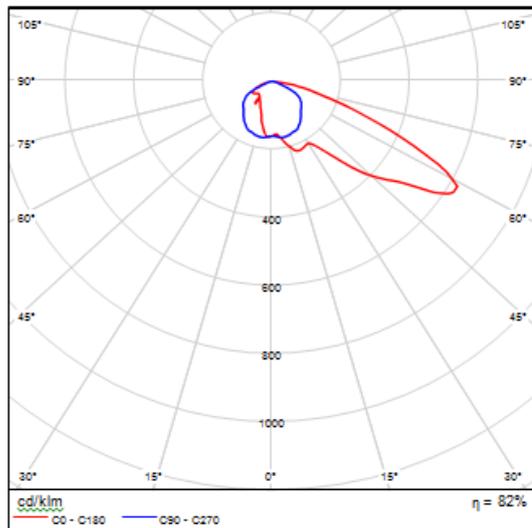


Fig. VII.1 Emisión de luz 1 / CDL polar
Fuente: Dialux

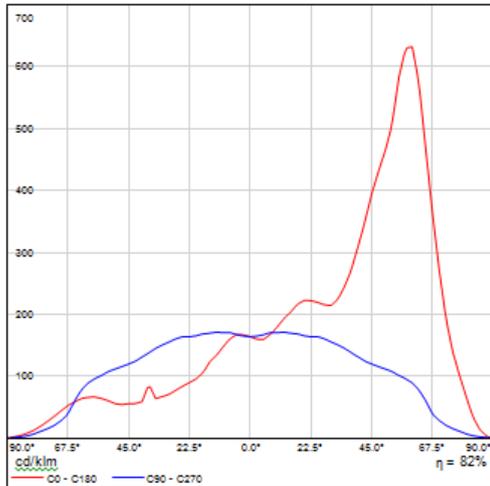


Fig. VII.2 Emisión de luz 1 / CDL lineal
Fuente: Dialux

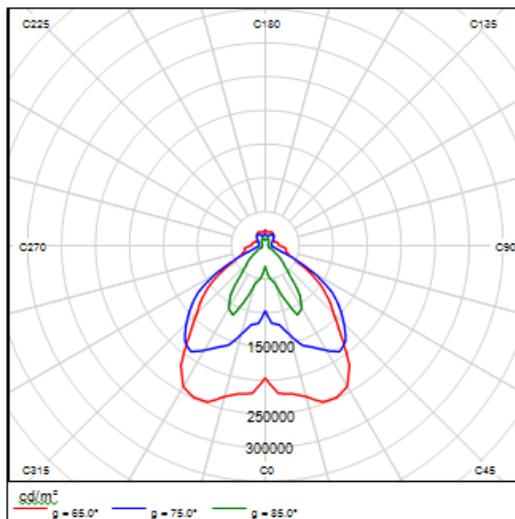
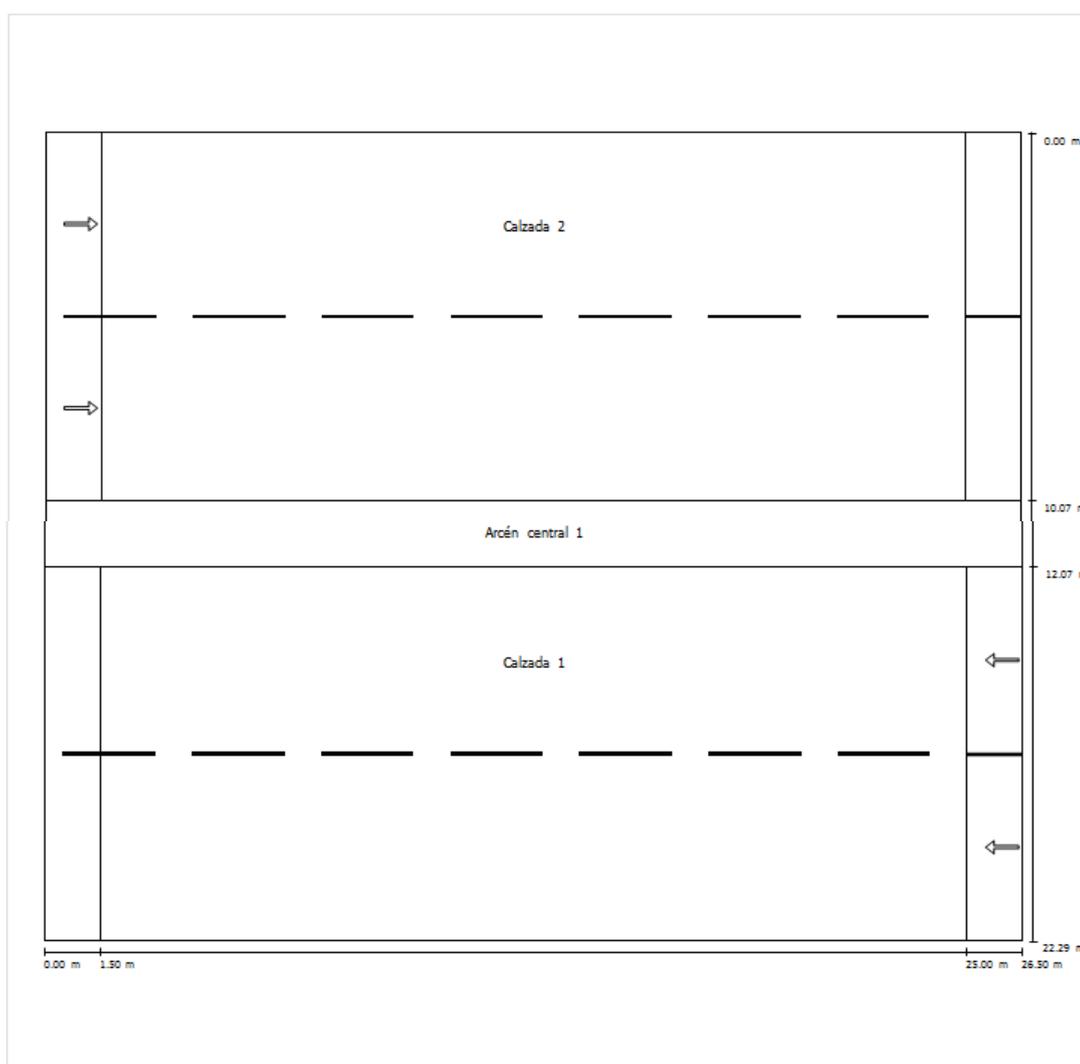


Fig. VII.3 Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica
Fuente: Dialux

Esquema de vía pública 2

Planificación según EN 13201

Perfil de la vía pública

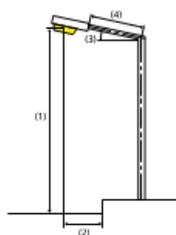


Escala: 1 : 100

Calzada 2	Anchura: 10.070 m Cantidad de carriles de tránsito: 2 Firme (seco): CIE R3 q0 (seco): 0.070 Firme (mojado): Wet surface W3 q0 (mojado): 0.200
Arcén central 1	Anchura: 2.000 m
Calzada 1	Anchura: 10.220 m Cantidad de carriles de tránsito: 2 Firme (seco): CIE R3 q0 (seco): 0.070 Firme (mojado): Wet surface W3 q0 (mojado): 0.200

Factor de degradación: 0.85

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	WE-EF LEUCHTEN GmbH & Co. KG 108-0966 PFL540 [A60] IP66: LED-48/144W/4K48xLED-48/144W/840 - 4000K
Flujo luminoso (luminaria):	17802.47 lm
Flujo luminoso (lámpara):	21600.00 lm
Potencia de las luminarias:	162.0 W
Organización:	Arcén central
Distancia entre mástiles:	23.500 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	3.513 m
Altura del punto de luz (1):	10.000 m
Saliente del punto de luz (2):	2.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
W/km:	13932.00

Valores máximos de la intensidad lumínica

a 70°:	525 cd/klm
a 80°:	227 cd/klm
a 90°:	12.2 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (ME5)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

8.517	57.1	44.6	40.7	43.3	46.7	49.8	49.1	46.3	55.8	55.6
5.110	46.6	35.5	33.5	35.7	37.3	40.1	39.5	39.7	47.4	43.5
1.703	33.4	27.7	26.1	28.3	28.2	29.0	27.2	28.2	31.1	30.3
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
39.3	26.1	57.1	0.666	0.458

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

8.517	3.47	3.75	4.28	4.51	4.27	3.99	3.40	2.99	3.28	3.37
5.110	4.10	4.35	4.68	4.56	4.13	3.80	3.30	3.16	3.40	3.43
1.703	1.92	1.98	2.04	2.12	1.99	1.80	1.55	1.51	1.65	1.70
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

8.517	4.08	4.41	5.04	5.31	5.02	4.69	4.00	3.52	3.85	3.96
5.110	4.82	5.12	5.51	5.36	4.86	4.47	3.88	3.72	4.00	4.04
1.703	2.26	2.33	2.40	2.50	2.35	2.12	1.83	1.78	1.94	2.00
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

8.517	4.47	4.81	5.26	5.34	4.95	4.53	3.90	3.50	3.82	3.97
5.110	2.95	3.11	3.51	3.62	3.27	2.99	2.67	2.52	2.75	2.68
1.703	1.65	1.64	1.72	1.82	1.69	1.59	1.35	1.34	1.45	1.49
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

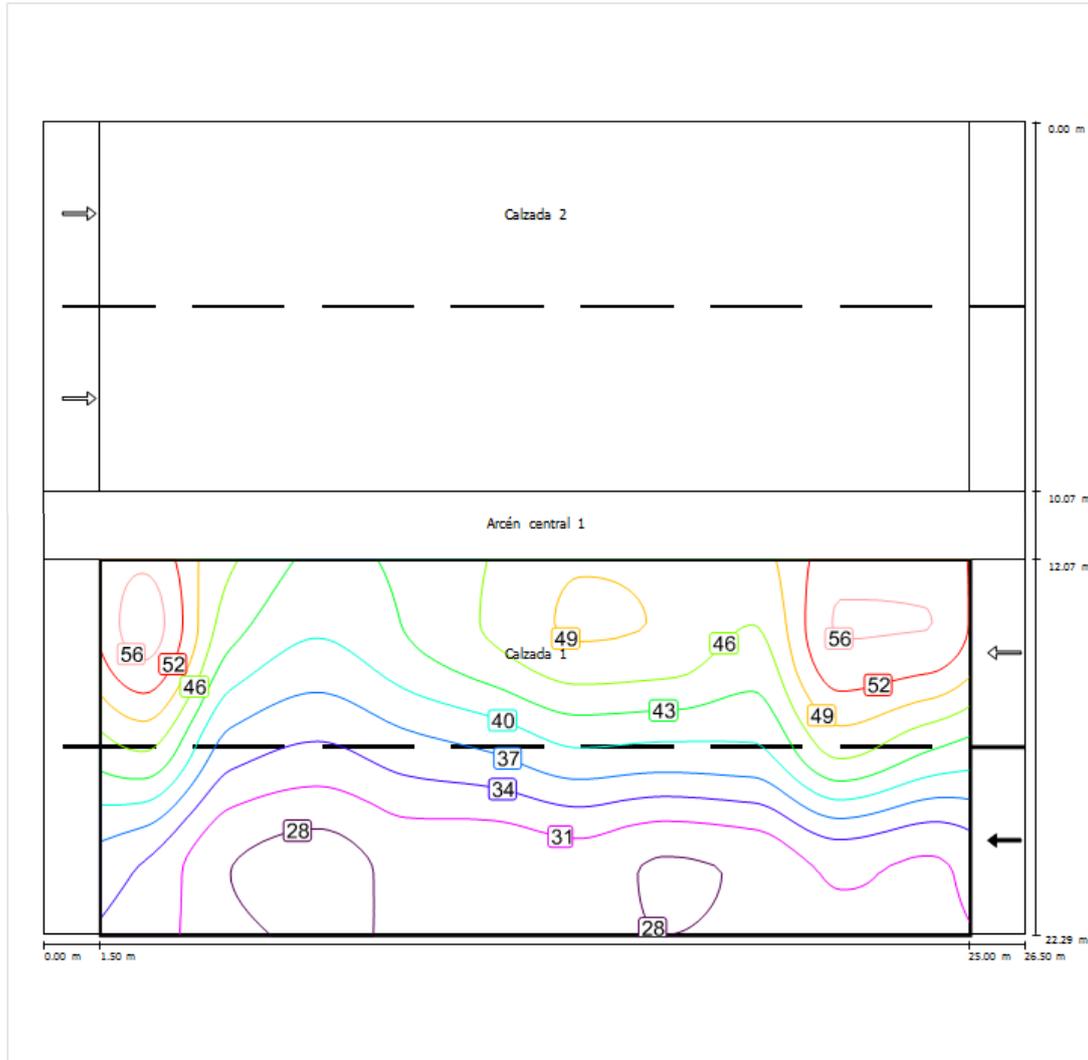
Trama: 10 x 3 Puntos

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

8.517	5.26	5.66	6.19	6.29	5.82	5.33	4.59	4.12	4.50	4.67
5.110	3.47	3.66	4.13	4.26	3.85	3.52	3.14	2.97	3.24	3.15
1.703	1.94	1.93	2.02	2.15	1.99	1.87	1.59	1.58	1.71	1.75
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

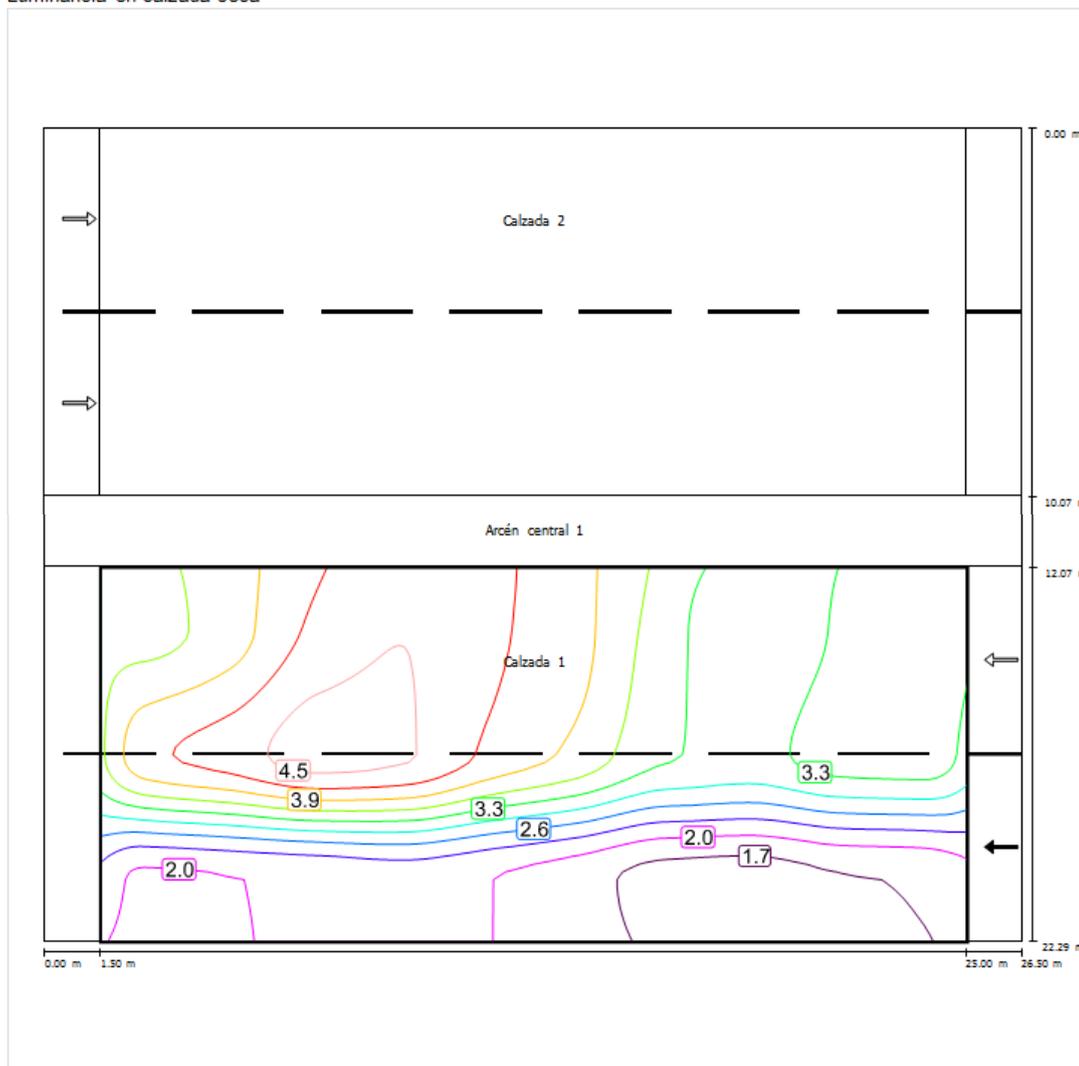
Trama: 10 x 3 Puntos

Intensidad lumínica horizontal



Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

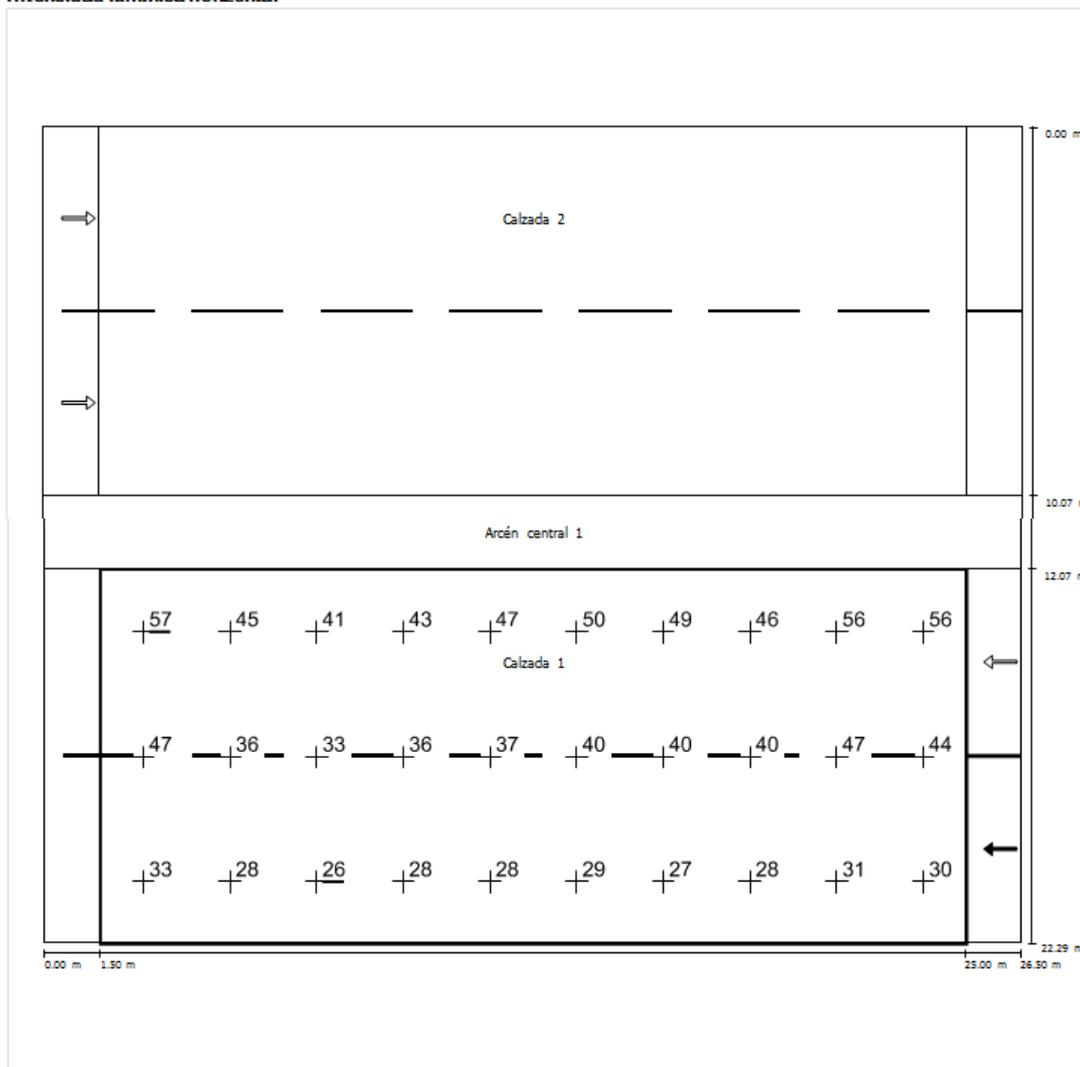
Calzada 1 (ME5)

Factor de degradación: 0.85
Trama: 10 x 3 Puntos
Clase de iluminación seleccionada: ME5
Elemento de la vía pública respectivo:

Calzada 1 Anchura: 10.220 m
 Cantidad de carriles de tránsito: 2
 Firme (seco): CIE R3
 q0 (seco): 0.070
 Firme (mojado): Wet surface W3
 q0 (mojado): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valor real calculado	3.01	0.45	0.65	8	0.86
Valor nominal calculado	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.65	≤ 10	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido	✓	✓	✓	✓	✓

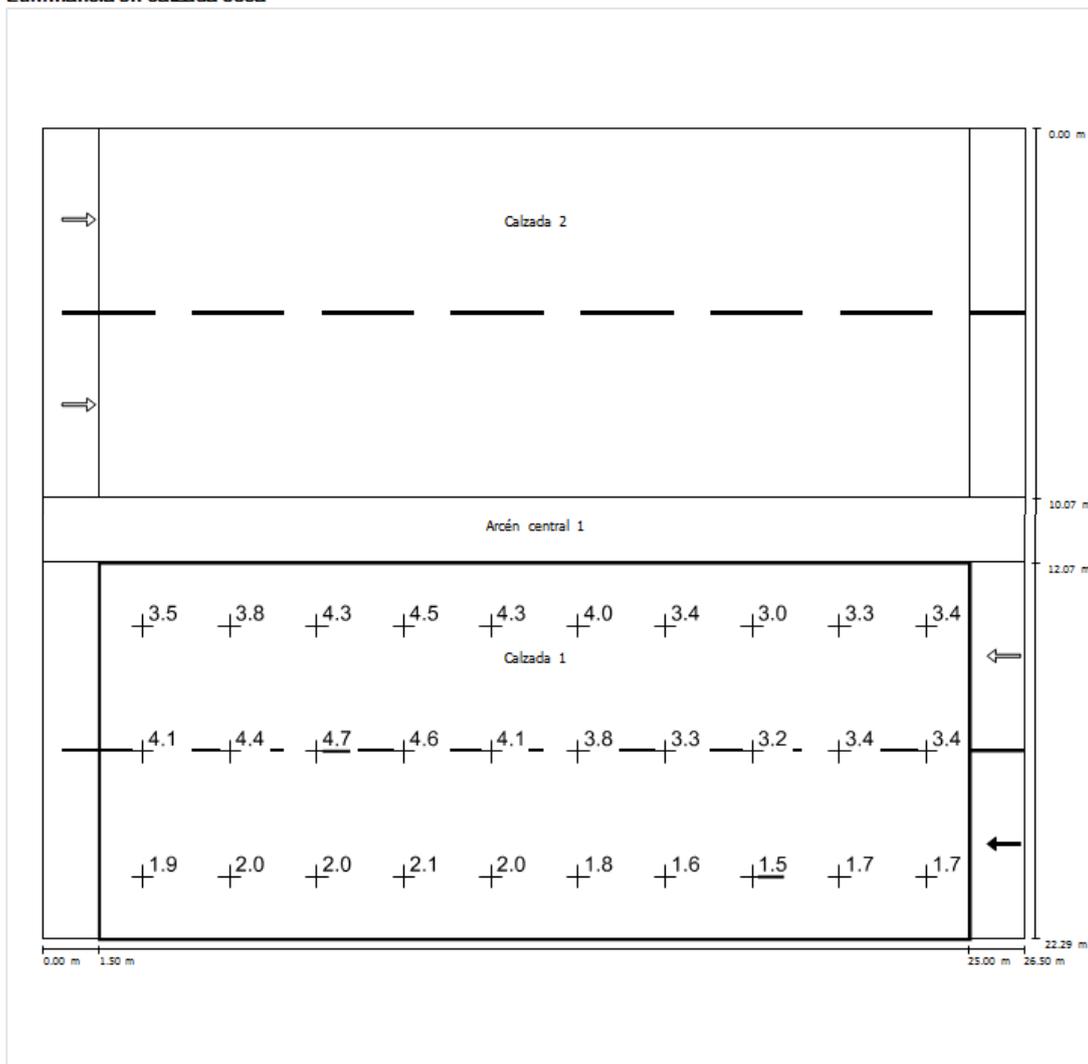
Intensidad luminica horizontal



Escala: 1 : 200

Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Calzada 2 (ME5) / Tablas

Calzada 2 (ME5)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

20.612	30.7	31.7	28.6	27.6	29.4	28.6	28.7	26.5	28.0	33.9
17.255	43.9	47.7	39.9	39.8	40.2	37.3	35.9	33.6	35.6	46.9
13.898	55.6	55.8	46.4	49.2	49.9	46.8	43.4	40.8	44.7	57.2
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

E Avg [lx]	E Min [lx]	E Max [lx]	g1	g2
39.5	26.5	57.2	0.670	0.462

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

20.612	1.22	1.29	1.18	1.14	1.20	1.21	1.24	1.13	1.17	1.32
17.255	1.89	2.07	1.92	1.91	1.84	1.71	1.69	1.60	1.66	1.98
13.898	2.82	3.02	3.01	3.18	3.10	2.74	2.48	2.29	2.40	2.77
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

20.612	1.43	1.52	1.39	1.34	1.41	1.42	1.45	1.33	1.38	1.55
17.255	2.22	2.44	2.26	2.25	2.16	2.01	1.98	1.88	1.96	2.33
13.898	3.32	3.55	3.54	3.75	3.64	3.23	2.91	2.69	2.82	3.26
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

20.612	1.29	1.38	1.28	1.22	1.28	1.25	1.30	1.19	1.23	1.38
17.255	2.17	2.36	2.20	2.17	2.10	1.93	1.89	1.79	1.86	2.17
13.898	3.26	3.53	3.61	3.71	3.48	3.05	2.77	2.59	2.69	3.04
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

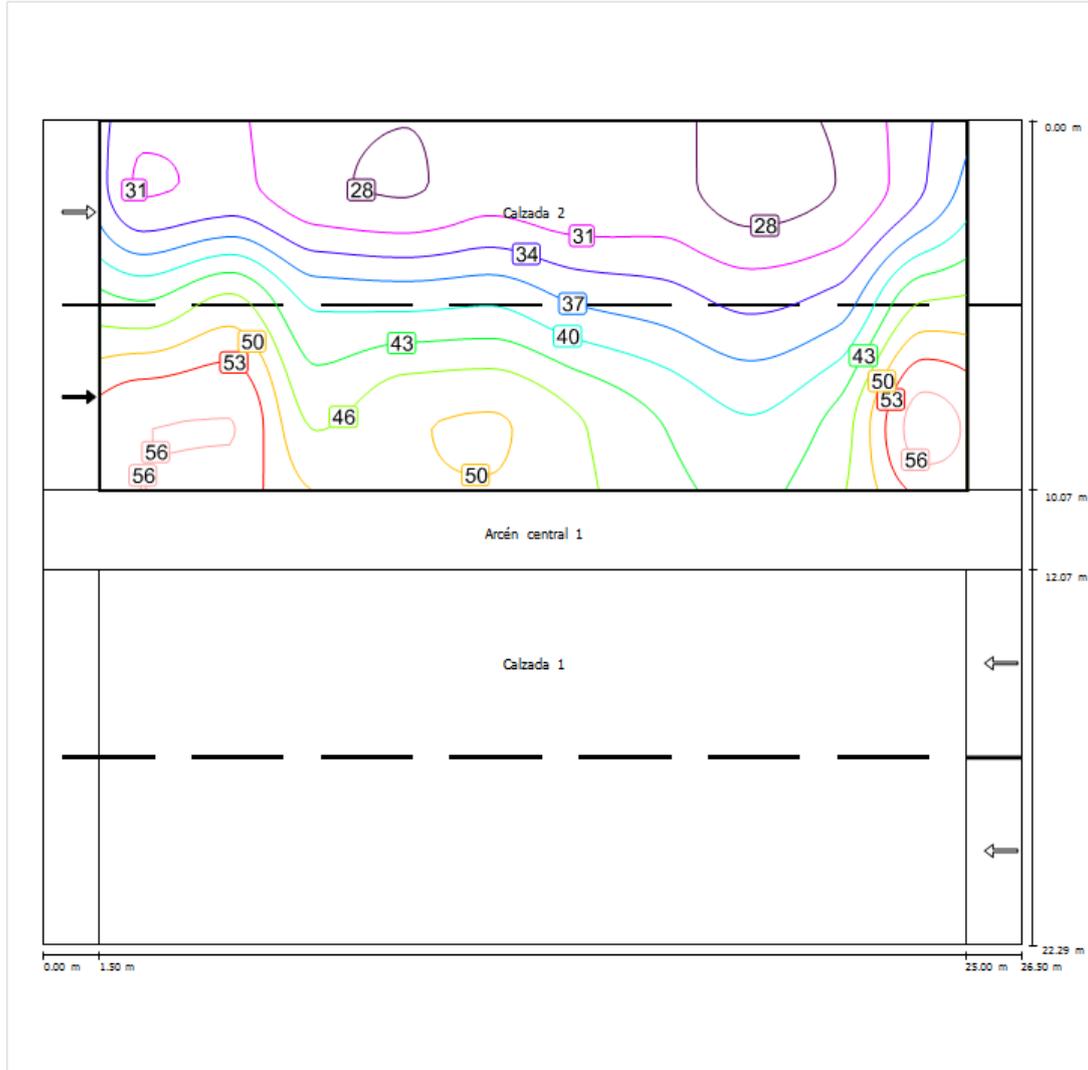
Trama: 10 x 3 Puntos

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

20.612	1.52	1.62	1.50	1.44	1.50	1.47	1.53	1.40	1.45	1.63
17.255	2.55	2.78	2.59	2.55	2.47	2.27	2.22	2.11	2.19	2.55
13.898	3.84	4.15	4.25	4.37	4.10	3.59	3.26	3.05	3.16	3.58
m	1.175	3.525	5.875	8.225	10.575	12.925	15.275	17.625	19.975	22.325

Trama: 10 x 3 Puntos

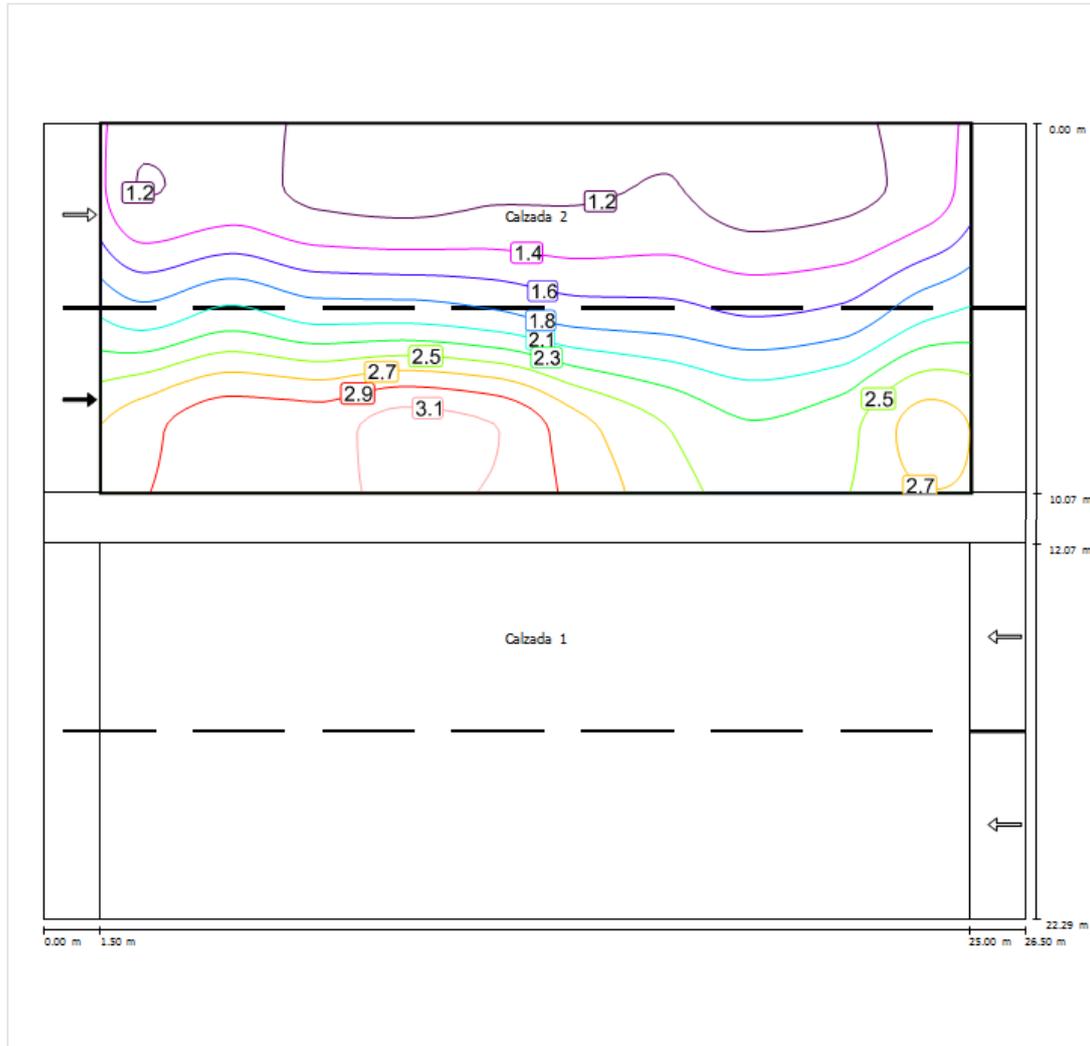
Intensidad luminica horizontal



Escala: 1 : 200

Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Anexo VIII

Tabla VIII.1: Consumo promedio actual de EA al año para operación del A.P. con luminarias VSAP de la Av. José Gálvez de Chimbote.

SUB ESTACION	CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA ACTIVA / AÑO (kWh)	CANTIDAD DE LUMINARIAS VSAP DE 250 WATTS DE POTENCIA
CH1526	43.80	10
CH2299	105.12	24
CH0955	70.08	16
CH0059	8.76	2
CH0605	8.76	2
TOTAL	236.52	54

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

Anexo IX

Fotografías de la luminaria WE-EF LEUCHTEN



Figura III.1 Vista de perfil



Figura III.2 Vista lateral

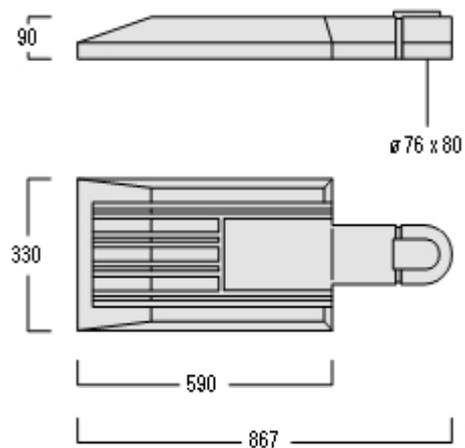


Figura III.3 Dimensiones de la luminaria

Anexo X

Tabla X.1: Características técnicas de las sub estaciones existentes en la Av. José Gálvez de Chimbote.

S. E.	POTENCIA KVA	TIPO	RELACION DE TRANSFORMACION MT/BT	CONEXIONADO DE TRAFOS	CONEXION
CH1526	200	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA
CH2299	100	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.38 – 0.22	TRIFASICA	DELTA – ESTRELLA
CH0955	100	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA
CH0059	150	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA
CH0605	75	AEREA BIPOSTE	13.2 / 0.22	TRIFASICA	DELTA – DELTA

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

Anexo XI

Tabla XI.1: Longitud de vanos y cantidad de postes existentes por S.E. de la Av. José Gálvez de Chimbote.

TRAMO	VANO (m)	POSTES	S.E.	
1	30.12	P1,P2,P3,P4	CH - 1526	
	33.60			
	32.30			
2	31.00	P5,P6,P7		
	39.20			
	41.00			
3	80.86	P8,P9,P10	CH - 2299	
	44.40			
	38.60			
4	46.40	P11,P12,P13		
	31.62			
	28.90			
5	45.47	P14,P15,P16		
	41.10			
	41.00			
6	39.25	P17,P18,P19		
	40.90			
	41.20			
7	33.34	P20,P21,P22	CH - 0955	
	44.54			
	42.70			
8	31.71	P23,P24,P25		
	43.20			
	41.32			
9	31.26	P26,P27		CH - 0059
	24.90			
	24.00	P28,P29		
	33.94			
	29.05	P30,P31		

Fuente: (Hidrandina S.A., 2016)

Anexo XII

Tabla XII.1: Niveles de Iluminación obtenidos con DIALUX de los vanos actuales de la Av. José Gálvez de Chimbote, usando Luminarias WE-EF LEUCHTEN, Angulo de Inclinación = 5°, avance en la horizontal = 2.5 m.

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	E _{min}	E _{max}	U ₀	UL	TI	SR	L/med	E _{min}	E _{max}	U ₀	UL	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX					Cd/m ²	LUX	LUX				
1 (Unilateral)	30.12	150	0.57	1.88	44.10	0.22	0.15	6.00	0.84	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
		162	0.96	9.06	42.90	0.45	0.49	4.00	0.64	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	✓	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
	33.60	150	0.51	1.34	39.1	0.21	0.12	6.00	0.84	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
		162	0.86	6.15	43.30	0.38	0.42	4.00	0.64	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
	32.30	150	0.53	1.55	40.6	0.22	0.13	6.00	0.84	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
		162	0.89	6.92	43.10	0.40	0.44	4.00	0.64	-	-	-	-	-	-	-
			x	✓	✓	✓	x	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
2 (Doble axial)	31.00	150	0.79	2.79	46.30	0.20	0.15	4.00	0.88	0.78	2.81	46.40	0.22	0.21	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.30	15.00	48.70	0.37	0.47	9.00	0.86	1.48	15.30	48.70	0.43	0.56	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	39.20	150	0.62	1.57	45.90	0.17	0.11	5.00	0.88	0.61	1.58	46.10	0.19	0.14	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.82	11.00	47.30	0.28	0.33	10.00	0.86	1.16	11.20	47.30	0.42	0.56	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	41.00	150	0.60	1.39	46.00	0.17	0.11	4.00	0.88	0.59	1.40	46.10	0.18	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.74	10.60	47.20	0.27	0.32	10.00	0.86	1.11	10.80	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓

Tabla XII.1 (Continuación)

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR	L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX					Cd/m2	LUX	LUX				
3 (Doble axial)	80.86	150	0.33	0.18	46.90	0.06	0.02	5.00	0.88	0.32	0.18	47.00	0.07	0.03	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	0.90	0.87	41.10	0.12	0.09	15.00	0.86	0.56	0.87	41.20	0.15	0.12	16.00	0.86
			x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓
	44.40	150	0.55	1.15	45.80	0.15	0.09	5.00	0.88	0.54	1.16	45.90	0.15	0.11	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.61	9.98	46.70	0.26	0.26	10.00	0.86	1.02	10.10	46.80	0.42	0.55	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
	38.60	150	0.63	1.64	45.90	0.17	0.12	5.00	0.88	0.62	1.65	46.10	0.19	0.14	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.84	11.00	47.40	0.29	0.33	10.00	0.86	1.18	11.30	47.40	0.42	0.55	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
4 (Doble axial)	46.40	150	0.53	1.05	45.60	0.15	0.08	5.00	0.88	0.52	1.06	45.80	0.14	0.09	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.54	8.67	46.60	0.25	0.24	10.00	0.86	0.98	8.72	46.60	0.43	0.55	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓
	31.62	150	0.78	2.64	46.20	0.20	0.15	4.00	0.88	0.76	2.67	46.40	0.22	0.21	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.25	14.70	48.50	0.36	0.47	9.00	0.86	1.45	15.40	48.50	0.42	0.55	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	28.90	150	0.85	3.20	47.00	0.21	0.17	4.00	0.88	0.83	3.22	47.00	0.22	0.22	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.46	16.90	49.50	0.41	0.52	8.00	0.86	1.58	17.10	49.50	0.45	0.60	9.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓

Tabla XII.1 (Continuación)

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR	L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX					Cd/m2	LUX	LUX				
5 (Doble axial)	45.47	150	0.54	1.10	45.70	0.15	0.08	5.00	0.88	0.53	1.11	45.80	0.15	0.10	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.57	9.31	46.70	0.25	0.25	10.00	0.86	1.00	9.37	46.70	0.42	0.55	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
	41.10	150	0.60	1.39	46.00	0.17	0.11	5.00	0.88	0.58	1.40	46.10	0.18	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.73	10.60	47.20	0.27	0.32	10.00	0.86	1.11	10.80	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
	41.00	150	0.60	1.39	46.00	0.17	0.11	4.00	0.88	0.59	1.40	46.10	0.18	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.74	10.60	47.20	0.27	0.32	10.00	0.86	1.11	10.80	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
6 (Doble axial)	39.25	150	0.62	1.56	46.00	0.17	0.11	5.00	0.88	0.61	1.57	46.10	0.18	0.14	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.81	11.00	47.30	0.28	0.33	10.00	0.86	1.16	11.20	47.30	0.42	0.56	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	40.90	150	0.60	1.40	46.00	0.17	0.11	4.00	0.88	0.59	1.41	46.10	0.18	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.74	10.60	47.20	0.27	0.32	10.00	0.86	1.12	10.80	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
	41.20	150	0.59	1.38	46.00	0.16	0.11	5.00	0.88	0.58	1.39	46.10	0.17	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.73	10.60	47.10	0.27	0.31	10.00	0.86	1.11	10.70	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓

Tabla XII.1 (Continuación)

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	E _{min}	E _{max}	U ₀	UL	TI	SR	L/med	E _{min}	E _{max}	U ₀	UL	TI	SR
			Cd/m ²	LUX	LUX					Cd/m ²	LUX	LUX				
7 (Doble axial)	33.34	150	0.73	2.28	45.80	0.19	0.14	4.00	0.88	0.72	2.29	46.10	0.20	0.19	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.14	14.30	48.00	0.33	0.42	9.00	0.86	1.37	14.50	48.00	0.42	0.53	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	44.54	150	0.55	1.14	45.80	0.15	0.09	5.00	0.88	0.54	1.15	45.90	0.15	0.11	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.60	9.94	46.70	0.26	0.26	10.00	0.86	1.02	10.00	46.80	0.42	0.55	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
	42.70	150	0.57	1.29	45.90	0.16	0.10	5.00	0.88	0.56	1.30	46.00	0.16	0.12	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.67	10.30	47.00	0.26	0.28	10.00	0.86	1.07	10.50	47.00	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
8 (Doble axial)	31.71	150	0.77	2.62	46.20	0.20	0.15	4.00	0.88	0.76	2.64	46.40	0.21	0.21	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.25	14.70	48.40	0.36	0.47	9.00	0.86	1.45	15.30	48.50	0.42	0.55	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	43.20	150	0.57	1.25	45.90	0.16	0.09	5.00	0.88	0.55	1.25	46.00	0.16	0.11	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.65	10.20	47.00	0.26	0.28	10.00	0.86	1.05	10.40	47.00	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
	41.32	150	0.59	1.37	46.00	0.16	0.11	5.00	0.88	0.58	1.38	46.10	0.17	0.13	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.73	10.60	47.10	0.27	0.31	10.00	0.86	1.11	10.70	47.20	0.42	0.56	11.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓

Tabla XII.1 (Continuación)

TRAMO	VANO (m)	POTENCIA (W)	CALZADA 1							CALZADA 2						
			L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR	L/med	Emin	Emax	U0	UL	TI	SR
			Cd/m2	LUX	LUX					Cd/m2	LUX	LUX				
9 (Pareada)	31.26	150	0.79	2.73	46.30	0.20	0.15	4.00	0.88	0.77	2.75	46.40	0.22	0.21	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.28	14.90	48.60	0.37	0.47	9.00	0.86	1.47	15.10	48.60	0.42	0.56	10.00	0.86
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
	24.90	150	0.99	5.27	47.70	0.27	0.23	4.00	0.88	0.97	5.27	47.70	0.27	0.28	5.00	0.88
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.84	23.50	54.30	0.44	0.61	8.00	0.86	1.83	23.70	54.40	0.53	0.70	9.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	24.00	150	1.02	5.81	47.50	0.28	0.25	4.00	0.88	1.00	6.02	47.50	0.29	0.30	5.00	0.88
			✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	2.95	25.20	56.00	0.44	0.63	8.00	0.86	1.90	25.50	56.10	0.55	0.73	9.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	33.94	150	0.62	2.32	38.90	0.28	0.19	5.00	0.96	0.64	2.32	39.10	0.28	0.14	4.00	0.96
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.07	10.70	34.50	0.64	0.52	9.00	0.86	1.99	10.60	34.50	0.39	0.39	9.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓
	29.05	150	0.73	3.73	39.00	0.32	0.22	5.00	0.96	0.76	3.73	39.2	0.31	0.17	4.00	0.96
			x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓
		162	1.25	17.50	37.20	0.74	0.65	9.00	0.86	2.31	17.40	37.20	0.49	0.50	8.00	0.86
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓

Fuente: (Resultados del Dialux)

Anexo XIII

Especificaciones técnicas de suministro

1.0 Postes de concreto

Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de postes de concreto armado que se utilizarán en redes secundarias.

Normas aplicables

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

INDECOPI NTP 339.027	POSTES DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS
----------------------	--

Condiciones ambientales

Los postes de concreto se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar entre 0 y 4500 m
- Humedad relativa : 50 a 100 %
- Temperatura ambiente : 0 a 30 °C
- Contaminación ambiental : moderada

Características técnicas

Postes

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica, el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

La relación de la carga de rotura (a 0,15 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

A 3 m de la base del poste, en bajo relieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

- a Marca o nombre del fabricante.
- b Designación del poste: $l/c/d/D$; donde :

l = longitud en m

c = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2.

d = diámetro de la cima en mm.

D = diámetro de la base, en mm.

- c Fecha de fabricación

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos, se muestran en las láminas del proyecto, cuya ubicación final será definida antes de disponer su fabricación.

Pruebas

Las pruebas se efectuarán en las instalaciones del fabricante, en presencia de un representante del Propietario a quien se le brindará todos los medios que le permitan verificar que los postes se suministren de acuerdo con la norma.

Los instrumentos y equipos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado, lo cual deberá ser verificado por el representante del Propietario antes de la realización de las pruebas.

Pruebas de recepción

Las pruebas de recepción de los postes serán las siguientes:

- Inspección visual
- Verificación de dimensiones
- Ensayo de carga
- Ensayo de rotura

El costo de los ensayos y la del representante del Propietario estará incluido en el precio propuesto por el Postor.

Información técnica requerida

Información Técnica para todos los Postores:

Las ofertas técnicas de los postores deberán contener la siguiente documentación técnica:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.

Información Técnica adicional para el Postor Ganador:

Complementariamente, el postor ganador deberá presentar la siguiente documentación técnica:

- Recomendaciones para el transporte, montaje y mantenimiento de los suministros.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

POSTES DE CONCRETO

**TABLA XIII.1: TABLA DE DATOS
TECNICOS**

CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO				VALOR GARANTIZADO
FABRICANTE		CENTRIFUGADO INDECOPI NTP-339-027				
TIPO						
NORMAS DE FABRICACION						
LONGITUD DEL POSTE	m	12	12	13	13	
DIAMETRO EN LA CIMA	mm	140	150	140	150	
DIAMETRO EN LA BASE	mm	320	330	335	345	
CARGA DE TRABAJO A 0,15 m DE LA CIMA	daN	200	300	200	300	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD		2	2	2	2	
MASA POR UNIDAD	kg	1050	1200	1380	1400	

Fuente: Postes del Norte S.A.

2.0 Conductores autoportantes de aluminio

Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de conductores autoportantes de aluminio para usarse en redes secundarias.

Normas aplicables

Los conductores autoportantes de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas.

Para el conductor portante:

IEC 60104 ALUMINIUM - MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS.

IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS.

Para los conductores de fase:

IEC 60889 HARD-DRAWN ALUMINIUM WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS

Condiciones ambientales

Los conductores autoportantes de aluminio se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: entre 0 y 4 000 m
- Humedad relativa : entre 50 y 90%
- Temperatura ambiente : -15 C y 40 C
- Contaminación ambiental : mediana

Descripción del material

Conductor de fase

El conductor de fase será fabricado con alambre de aluminio puro. Estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha, mientras que las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor de fase estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones de intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El aislamiento será, además, de alta resistencia dieléctrica; soportará temperaturas del conductor entre -15 y 90° C en régimen permanente, y hasta 130 °C en períodos cortos de servicio.

Conductor Portante

El conductor portante será fabricado con alambre de aleación de aluminio, magnesio y silicio. Estará compuesto de un único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor portante será desnudo y se utilizará, además, como neutro.

Características constructivas

Los conductores de fase (de servicio particular y alumbrado público) se enrollarán helicoidalmente en torno al conductor portante de aleación de aluminio. Tendrán las siguientes características:

TABLA XIII.2: TABLA DE DATOS TECNICOS

FOMACION	ESPEJOR AISLAM. FASE mm	SECCION NEUTRO PORTANTE mm ²	DIAM. NOMINAL EXTER. mm	MASA TOTAL kg/km	RES.ELECTRICA Ohm/km (20°C)		In DE FASE 40°C A
					FASE	ALUMB.	
2x35+16/25	1,0	25	20,0	362	0,868	1,910	129
2x25+16/25	1,0	25	18,5	307	1,200	1,910	107
2x16+16/25	1,0	25	16,5	249	1,910	1,910	81
2x16/25	1,0	25	16,5	187	1,910	-	81
1x16/25	1,0	25	16,5	125	1,910	-	81

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2016)

Pruebas

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el numeral 2 de la presente especificación.

Pruebas Tipo

Las pruebas Tipo están orientadas a verificar las principales características de los conductores, por lo que deberán ser sustentadas con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los conductores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. El diseño del conductor y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuará las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de soldadura de los alambres de aluminio y de aleación de aluminio.

- Prueba para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stressstrain) del conductor portante.
- Prueba para determinar la carga de rotura del conductor portante.
- Pruebas de los aislamientos

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

Pruebas de Muestreo

Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

- Determinación de la sección transversal de los conductores.
- Medición del diámetro de los conductores.
- Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)
- Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor portante.
- Verificación de la superficie de los conductores.
- Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).
- Resistencia de aislamiento
- Espesor de aislamiento
- Adherencia del aislamiento

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con todas las pruebas solicitadas.

Medición de la composición química de los lotes de producción para los conductores y aislamientos.

- Otros reportes de los ensayos de producción.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

El costo para efectuar estas pruebas estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CONDUCTOR PORTANTE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

TABLA XIII.3: Tabla de datos técnicos

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	MATERIAL DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
1.4	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.5	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	IEC	61089	
2	DIMENSIONES			
2.1	SECCION NOMINAL	mm ²	25	
2.2	SECCION REAL	mm ²	24,25	
2.3	DIAMETRO DE LOS ALAMBRES	mm	2,15	
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	6,42	
3	CARACTERISTICAS MECANICAS			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0,069	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	6,96	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²	60,82	
3.5	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1/°C	21x10 ⁻⁶	
4	CARACTERISTICAS ELECTRICA			
4.1	RESISTENCIA ELECTRICA MÁXIMA EN C.C.A 20°C	Ohm/km	1,36	
4.2	COEFICIENTE DE RESISTIVIDAD	1/°C		

Fuente: Postes del Norte S.A.

3.0 Pastoral

El pastoral para el soporte de luminarias, será fabricado de tubo de acero galvanizado en caliente. El diámetro interior del tubo será 38 mm, con un espesor mínimo de 3 mm. La superficie interna del tubo será bituminada con asfalto industrial líquido grado 200.

El pastoral se fijará al poste mediante abrazaderas fabricadas con platina galvanizada de 50 mm x 3 mm y accesorios, las cuales formarán parte del suministro.

4.0 Conductores NYY 2x16

Alcances

El presente documento establece las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los conductores de cobre aislados tipo NYY, en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación, que se utilizarán en las obras.

Normas a cumplir

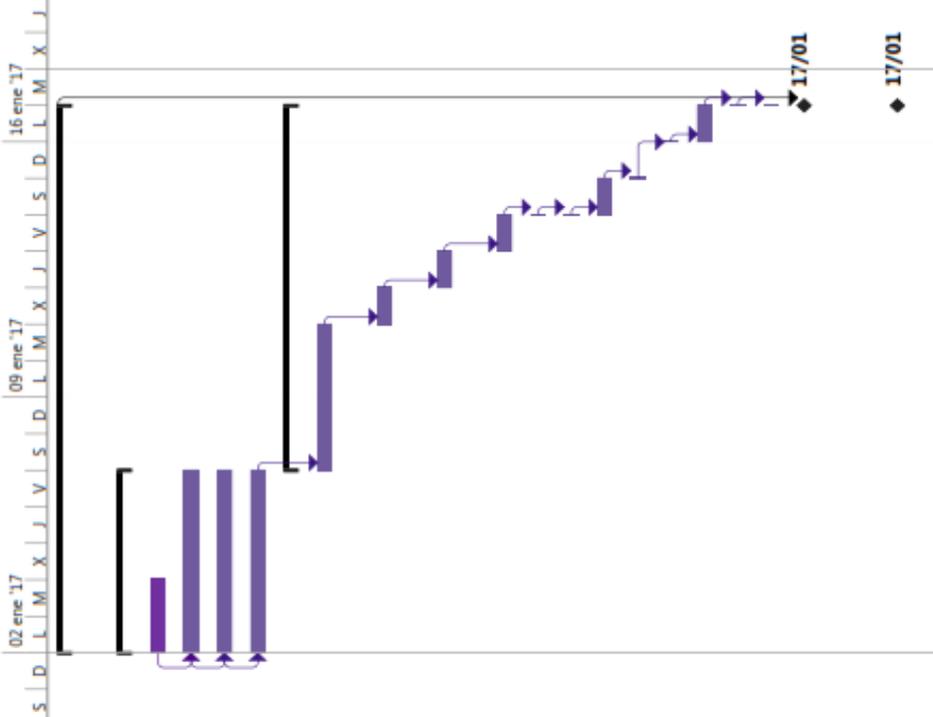
El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

NTP 370.042: Conductores de cobre desnudo para uso eléctrico.

Anexo XIV

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	
1	PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGIA LED EN LA AV JOSE GALEZ, CHIMBOTE 2016	15.5 días	lun 02/01/17	
2	Suministro de Materiales	5 días	lun 02/01/17	
3	Postes de CAC	2 días	lun 02/01/17	
4	Conductor y accesorios	5 días	lun 02/01/17	
5	Pastorales	5 días	lun 02/01/17	
6	Luminarias	5 días	lun 02/01/17	
7	Montaje Electromecánico	10.5 días	sáb 07/01/17	
8	Permisos municipales y coordinaciones con HIDRANDINA S.A.	4 días	sáb 07/01/17	
9	Excavación de hoyos para la cimentación de los postes Tramo 1.2,3,4,5	8 horas	mié 11/01/17	
10	Excavación de hoyos para la cimentación de los postes Tramo 6,7,8,9	8 horas	jue 12/01/17	
11	Reubicación y Montaje de postes Tramo 1,2,3	8 horas	vie 13/01/17	
12	Montaje del cable aéreo y Empalmes Tramo 1,2,3	3 horas	sáb 14/01/17	
13	Pruebas y puesta en servicio Tramo 1,2,3	1 hora	sáb 14/01/17	
14	Reubicación y Montaje de postes Tramo 4,5,6	8 horas	sáb 14/01/17	
15	Montaje del cable aéreo y Empalmes Tramo 4,5,6	3 horas	dom 15/01/17	
16	Pruebas y puesta en servicio Tramo 4,5,6	1 hora	lun 16/01/17	
17	Reubicación y Montaje de postes Tramo 6,7,8,9	8 horas	lun 16/01/17	
18	Montaje del cable aéreo y Empalmes Tramo 6,7,8,9	3 horas	mar 17/01/17	
19	Pruebas y puesta en servicio Tramo 6,7,8,9	1 hora	mar 17/01/17	
20	Documento de conformidad expedida por HIDRANDINA S.A.	0 días	mar 17/01/17	
21			17/01/17	
22	Nota: El horario de trabajo sera de 10pm a 6am con la finalidad de no causar malestar a la ciudadanía.	0 días	mar 17/01/17	



Anexo XV

Registro fotográfico de mediciones de iluminancia en la Av. José Gálvez de Chimbote.



Foto 1: Medición de iluminancia en la Av. José Gálvez de Chimbote.

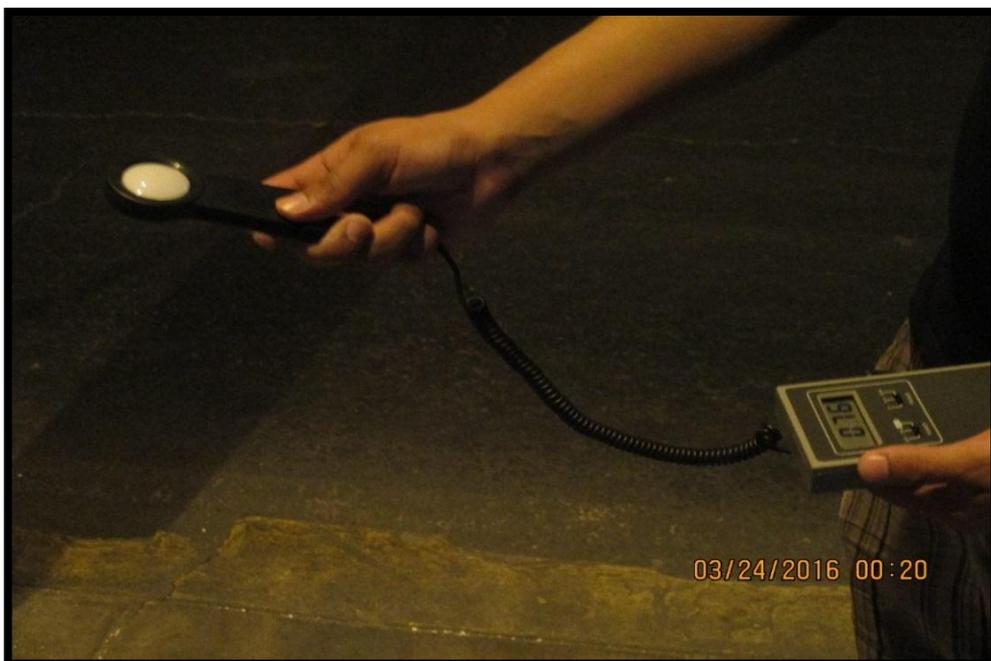


Foto 2: Luxómetro (equipo de medición utilizado)



Foto 3: Medición de iluminación en calzada de la Av. José Gálvez



Foto 4: Medición de iluminación en berma de la Av. José Gálvez

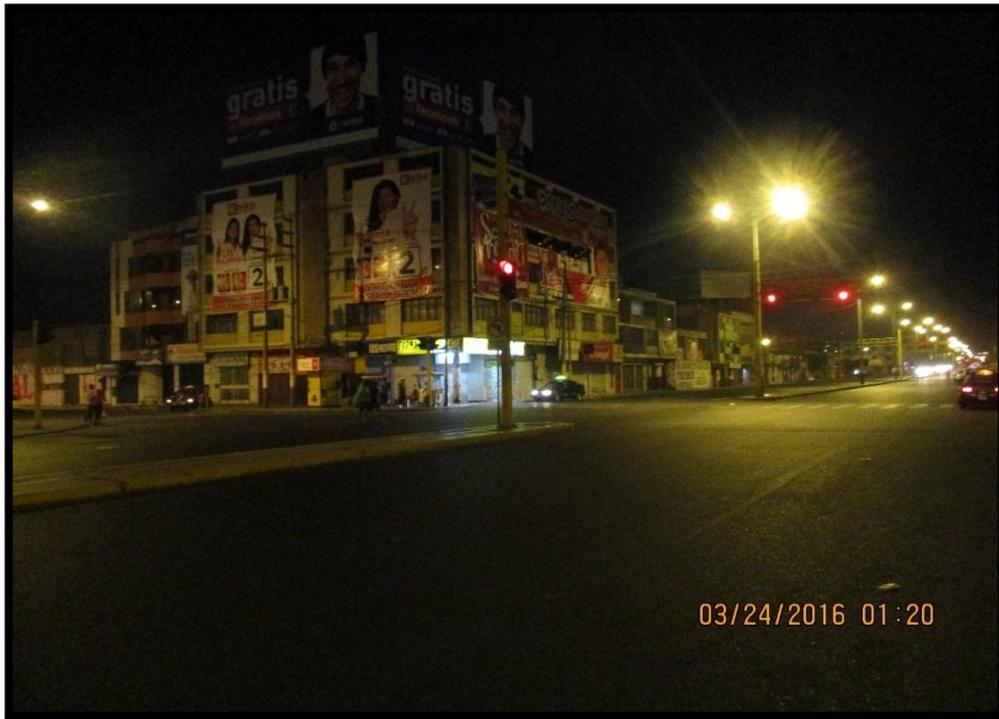


Foto 5: Tramo de la Av. José Gálvez con baja iluminación.



Foto 6: Instrumento y materiales de medición utilizados.



Foto 7: Medición de calzada



Foto 8: Medición de vanos

Anexo XVI

CAÍDA DE TENSIÓN (% V)

Fórmula en Red de Distribución en Baja Tensión
(La caída de Tensión no debe ser mayor a 3%)

$$\% V = \frac{10^8 \times L \times P}{\gamma \times VI^2 \times S}$$

Donde:

L : Longitud de Conductor (km)

P : Potencia (kW) VSAP = 0.25 Kw , LED = 0.162 kW

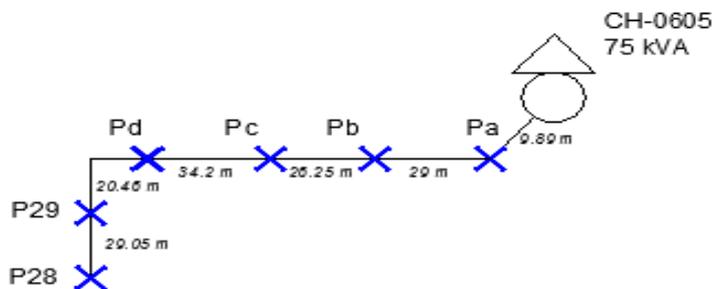
γ : Resistividad , en Aluminio = $35 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$

VI: Tension de Linea (V) = 220 V

S : Sección de conductor = AAAC y NYY 2 x 16

ALUMBRADO PUBLICO ACTUAL (VSAP)

SED: CH – 0605 (75 KVA)

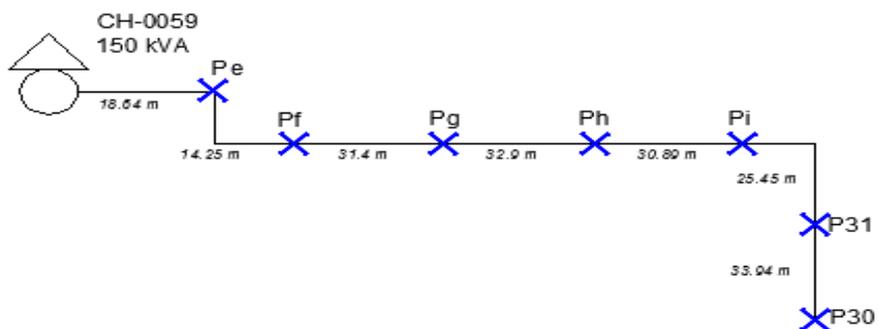


Cuadro XVI.1

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pa	0.00989	0.25	220	16	35	0.009	0.009
Pb	0.029	0.25	220	16	35	0.027	0.036
Pc	0.02625	0.25	220	16	35	0.024	0.060
Pd	0.0342	0.25	220	16	35	0.032	0.092
P29	0.02046	0.25	220	16	35	0.019	0.111
P28	0.02905	0.25	220	16	35	0.027	0.137

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 0059 (150 KVA)

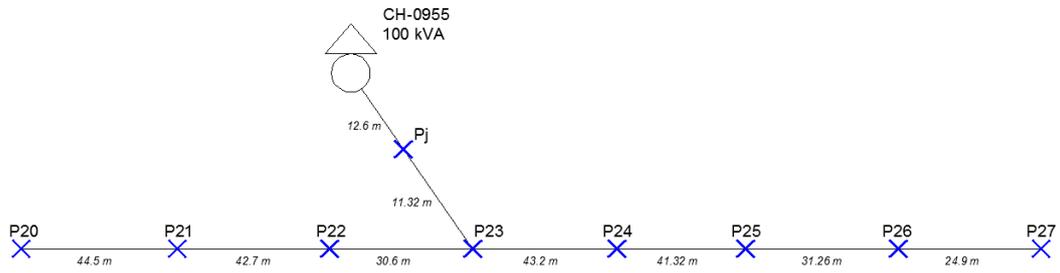


Cuadro XVI.2

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pe	0.01864	0.25	220	16	35	0.017	0.017
Pf	0.01425	0.25	220	16	35	0.013	0.030
Pg	0.0314	0.25	220	16	35	0.029	0.059
Ph	0.0329	0.25	220	16	35	0.030	0.090
Pi	0.03089	0.25	220	16	35	0.028	0.118
P31	0.02545	0.25	220	16	35	0.023	0.142
P30	0.03394	0.25	220	16	35	0.031	0.173

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 0955 (100 KVA)



Cuadro XVI.3

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pj	0.0126	0.25	220	16	35	0.012	0.012
P23	0.01132	0.25	220	16	35	0.010	0.022
P22	0.0306	0.25	220	16	35	0.028	0.050
P21	0.0427	0.25	220	16	35	0.039	0.090
P20	0.0445	0.25	220	16	35	0.041	0.131

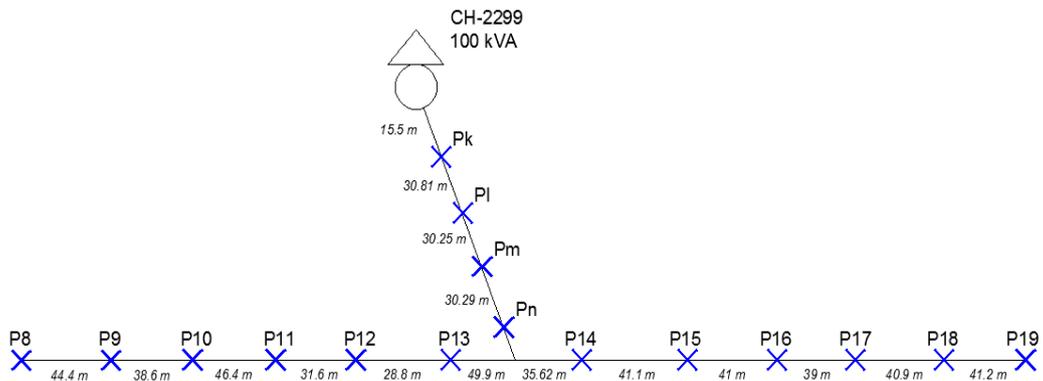
Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.4

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pj	0.0126	0.25	220	16	35	0.012	0.012
P23	0.01132	0.25	220	16	35	0.010	0.022
P24	0.0432	0.25	220	16	35	0.040	0.062
P25	0.04132	0.25	220	16	35	0.038	0.100
P26	0.03126	0.25	220	16	35	0.029	0.129
P27	0.0249	0.25	220	16	35	0.023	0.152

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 2299 (100 KVA)



Cuadro XVI.5

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pk	0.0155	0.25	220	16	35	0.014	0.014
Pl	0.03081	0.25	220	16	35	0.028	0.043
Pm	0.03025	0.25	220	16	35	0.028	0.071
Pn	0.03029	0.25	220	16	35	0.028	0.099
P13	0.0499	0.25	220	16	35	0.046	0.145
P12	0.0288	0.25	220	16	35	0.027	0.171
P11	0.0316	0.25	220	16	35	0.029	0.200
P10	0.0464	0.25	220	16	35	0.043	0.243
P9	0.0386	0.25	220	16	35	0.036	0.279
P8	0.0444	0.25	220	16	35	0.041	0.320

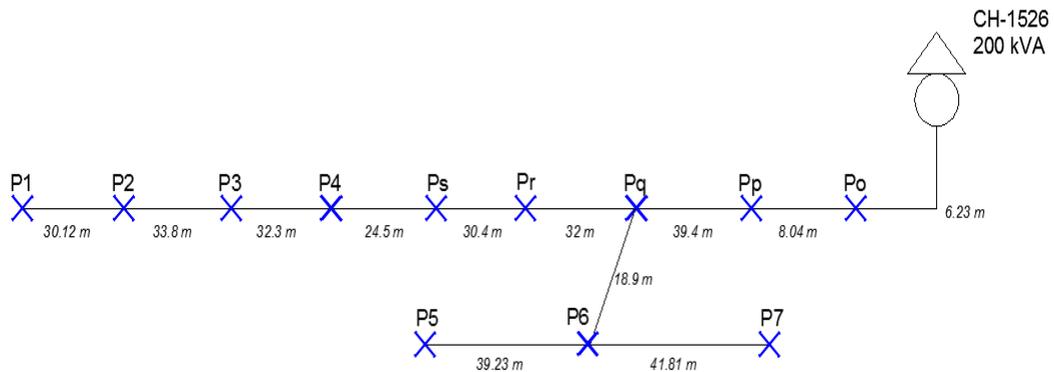
Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.6

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pk	0.0155	0.25	220	16	35	0.014	0.014
Pl	0.03081	0.25	220	16	35	0.028	0.043
Pm	0.03025	0.25	220	16	35	0.028	0.071
Pn	0.03029	0.25	220	16	35	0.028	0.099
P14	0.03562	0.25	220	16	35	0.033	0.131
P15	0.0411	0.25	220	16	35	0.038	0.169
P16	0.041	0.25	220	16 <td 35	0.038	0.207	
P17	0.039	0.25	220	16	35	0.036	0.243
P18	0.0409	0.25	220	16	35	0.038	0.281
P19	0.0412	0.25	220	16	35	0.038	0.319

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 1526 (200 KVA)



Cuadro XVI.7

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Po	0.00623	0.25	220	16	35	0.006	0.006
Pp	0.00804	0.25	220	16	35	0.007	0.013
Pq	0.0394	0.25	220	16	35	0.036	0.050
Pr	0.032	0.25	220	16	35	0.030	0.079
Ps	0.0304	0.25	220	16	35	0.028	0.107
P4	0.0245	0.25	220	16	35	0.023	0.130
P3	0.0323	0.25	220	16	35	0.030	0.159
P2	0.0338	0.25	220	16	35	0.031	0.191
P1	0.03012	0.25	220	16	35	0.028	0.218

Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.8

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Po	0.00623	0.25	220	16	35	0.006	0.006
Pp	0.00804	0.25	220	16	35	0.007	0.013
Pq	0.0394	0.25	220	16	35	0.036	0.050
Pr	0.032	0.25	220	16	35	0.030	0.079
P6	0.0189	0.25	220	16	35	0.017	0.096
P5	0.03923	0.25	220	16	35	0.036	0.133

Fuente: (Elaboración Propia)

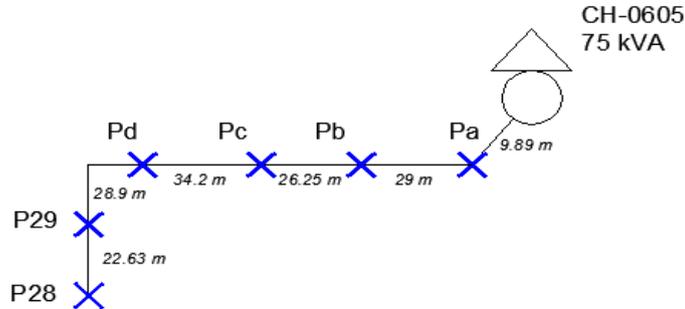
Cuadro XVI.9

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Po	0.00623	0.25	220	16	35	0.006	0.006
Pp	0.00804	0.25	220	16	35	0.007	0.013
Pq	0.0394	0.25	220	16	35	0.036	0.050
Pr	0.032	0.25	220	16	35	0.030	0.079
P6	0.0189	0.25	220	16	35	0.017	0.096
P7	0.04181	0.25	220	16	35	0.039	0.135

Fuente: (Elaboración Propia)

ALUMBRADO PUBLICO UTILIZANDO TECNOLOGÍA LED

SED: CH – 0605 (75 KVA)

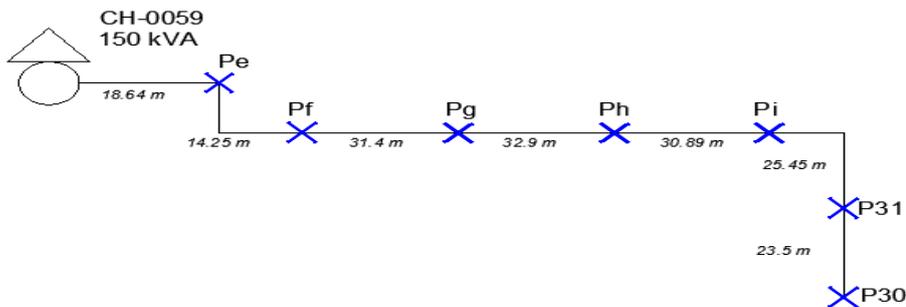


Cuadro XVI.10

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pa	0.00989	0.162	220	16	35	0.006	0.006
Pb	0.029	0.162	220	16	35	0.017	0.023
Pc	0.02625	0.162	220	16	35	0.016	0.039
Pd	0.0342	0.162	220	16	35	0.020	0.059
P29	0.0289	0.162	220	16	35	0.017	0.077
P28	0.02263	0.162	220	16	35	0.014	0.090

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 0059 (150 KVA)

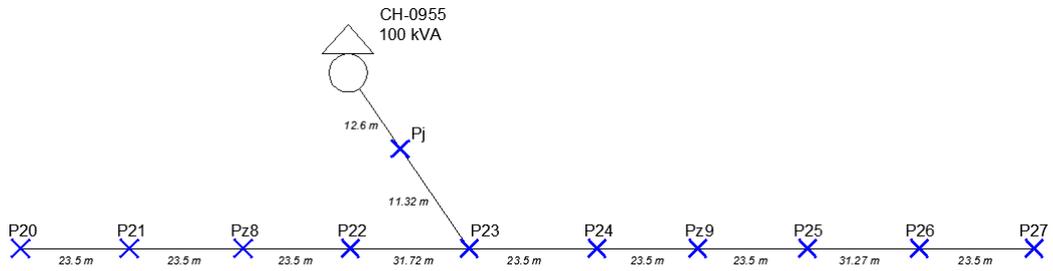


Cuadro XVI.11

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pe	0.01864	0.162	220	16	35	0.011	0.011
Pf	0.01425	0.162	220	16	35	0.009	0.020
Pg	0.0314	0.162	220	16	35	0.019	0.038
Ph	0.0329	0.162	220	16	35	0.020	0.058
Pi	0.03089	0.162	220	16	35	0.018	0.077
P31	0.02545	0.162	220	16	35	0.015	0.092
P30	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.106

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 0955 (100 KVA)



Cuadro XVI.12

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pj	0.0126	0.162	220	16	35	0.008	0.008
P23	0.01132	0.162	220	16	35	0.007	0.014
P22	0.03172	0.162	220	16	35	0.019	0.033
Pz8	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.047
P21	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.061
P20	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.075

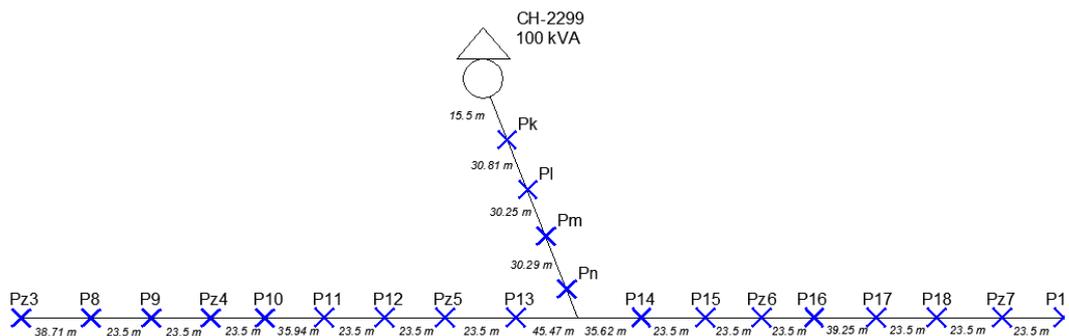
Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.13

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pj	0.0126	0.162	220	16	35	0.008	0.008
P23	0.01132	0.162	220	16	35	0.007	0.014
P24	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.028
Pz9	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.042
P25	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.056
P26	0.03127	0.162	220	16	35	0.019	0.075
P27	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.089

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 2299 (100 KVA)



Cuadro XVI.14

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pk	0.0155	0.162	220	16	35	0.009	0.009
Pl	0.03081	0.162	220	16	35	0.018	0.028
Pm	0.03025	0.162	220	16	35	0.018	0.046
Pn	0.03029	0.162	220	16	35	0.018	0.064
P13	0.04547	0.162	220	16	35	0.027	0.091
Pz5	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.105
P12	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.119
P11	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.133
P10	0.03594	0.162	220	16	35	0.021	0.155
Pz4	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.169
P9	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.183
P8	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.197
Pz3	0.03871	0.162	220	16	35	0.023	0.220

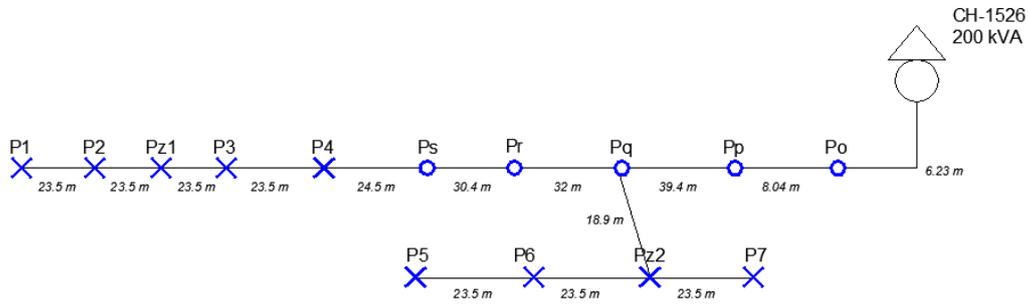
Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.15

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pk	0.0155	0.162	220	16	35	0.009	0.009
Pl	0.03081	0.162	220	16	35	0.018	0.028
Pm	0.03025	0.162	220	16	35	0.018	0.046
Pn	0.03029	0.162	220	16	35	0.018	0.064
P14	0.03562	0.162	220	16	35	0.021	0.085
P15	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.099
Pz6	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.113
P16	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.127
P17	0.03925	0.162	220	16	35	0.023	0.151
P18	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.165
Pz7	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.179
P19	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.193

Fuente: (Elaboración Propia)

SED: CH – 1526 (200 KVA)



Cuadro XVI.16

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
P4	0.141	0.162	220	16	35	0.084	0.084
P3	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.098
Pz1	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.112
P2	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.126
P1	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.140

Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.17

Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pz2	0.073	0.162	220	16	35	0.044	0.044
P7	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.058

Fuente: (Elaboración Propia)

Cuadro XVI.18

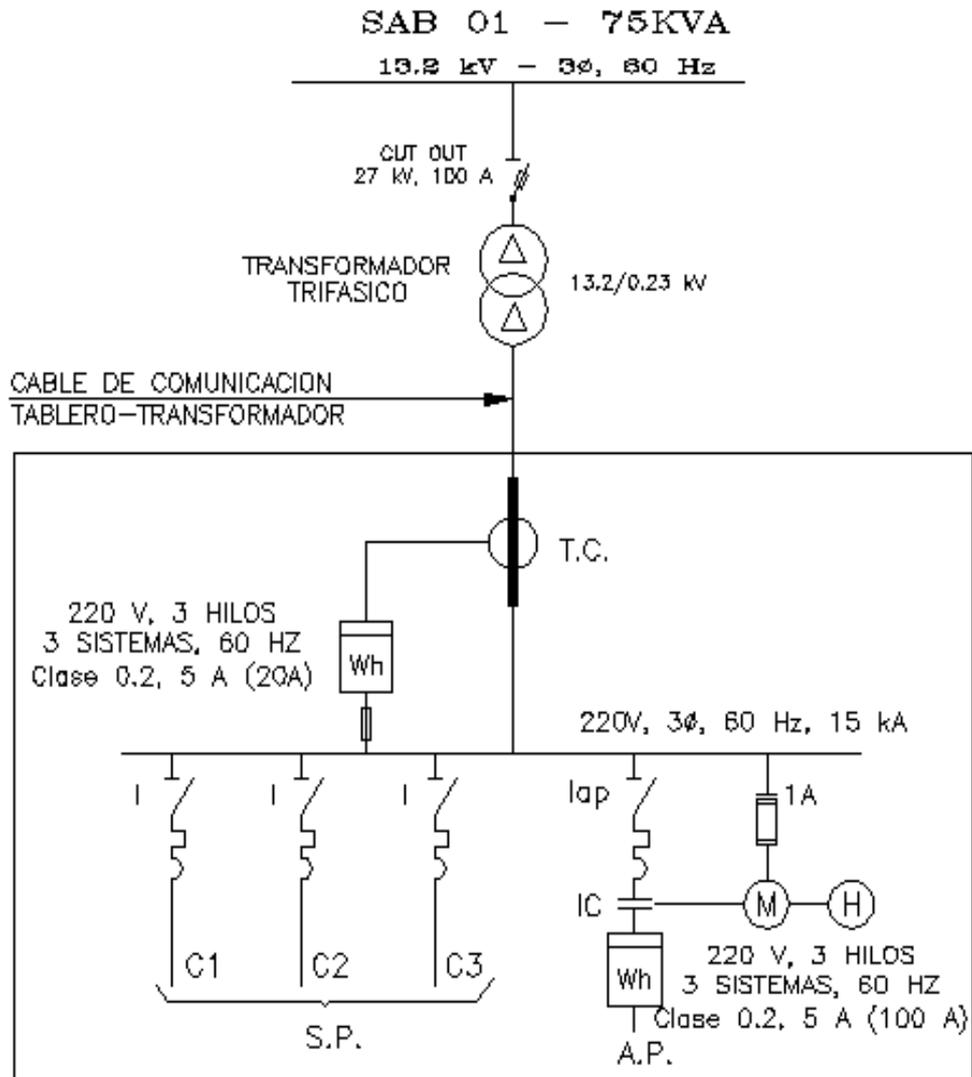
Poste	L (km)	P (kW)	VL (V)	S	γ	%V	%V acumulado
Pz2	0.073	0.162	220	16	35	0.044	0.044
Pz6	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.058
P75	0.0235	0.162	220	16	35	0.014	0.072

Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo XVII

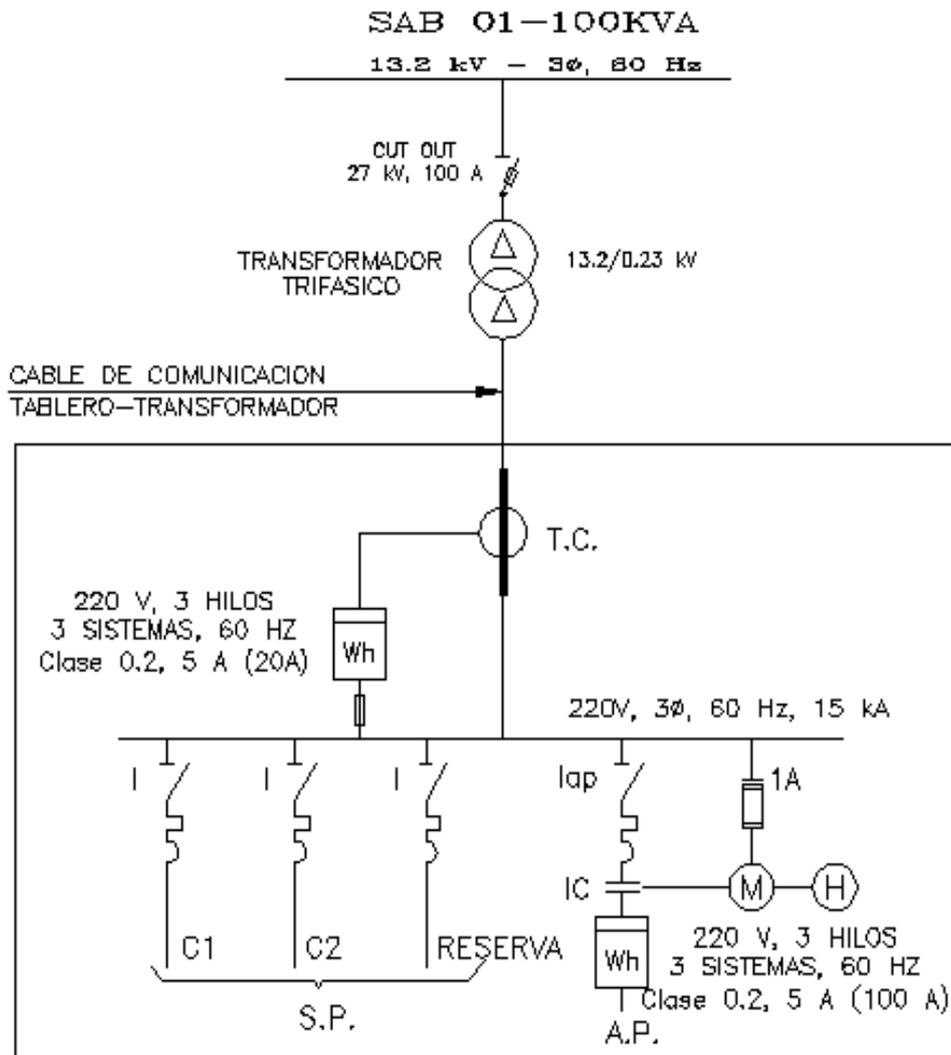
DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES QUE SE ENCUENTRAN
EN LA AV. JOSE GALVEZ DE CHIMBOTE.

SE – CH 0605 (75 KVA)



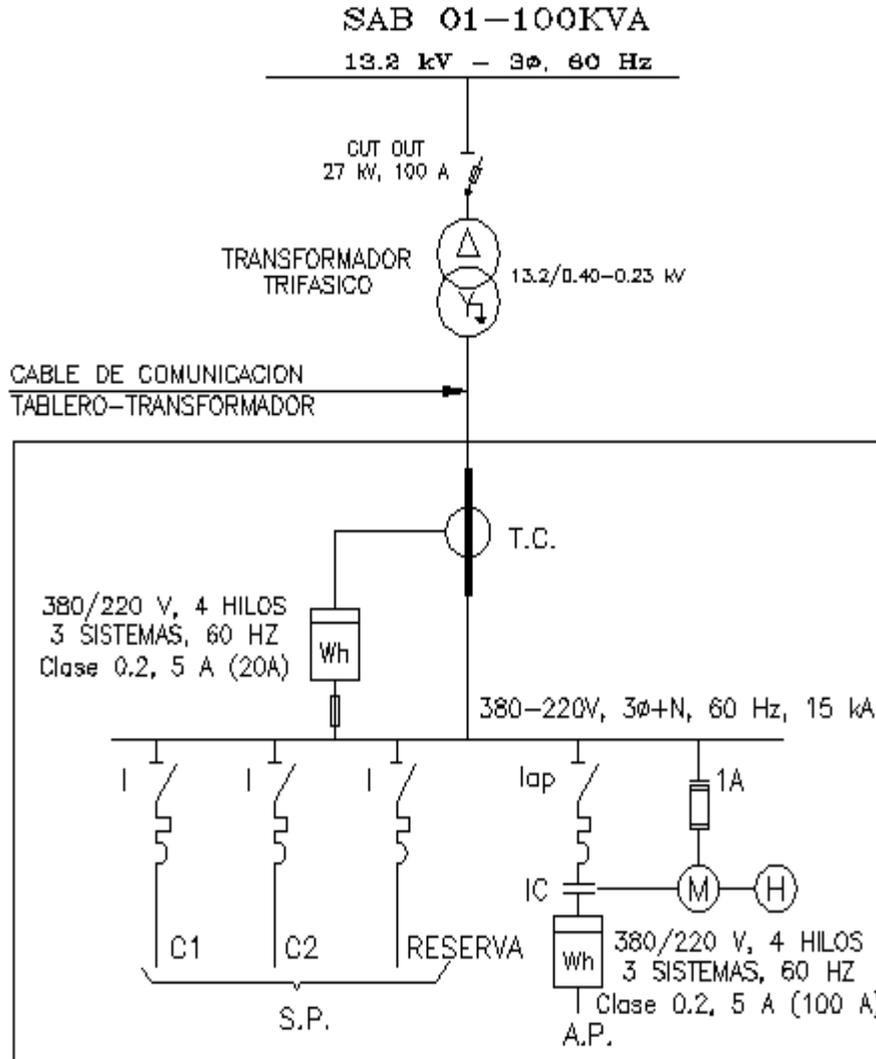
POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR Ic	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap				
75	NY 3-1x70 + 1x50 mm ²	3x80 A	2x25 A	150/5	3x16 A	5 (20) A	6 A,K

SE – CH 0955 (100 KVA)



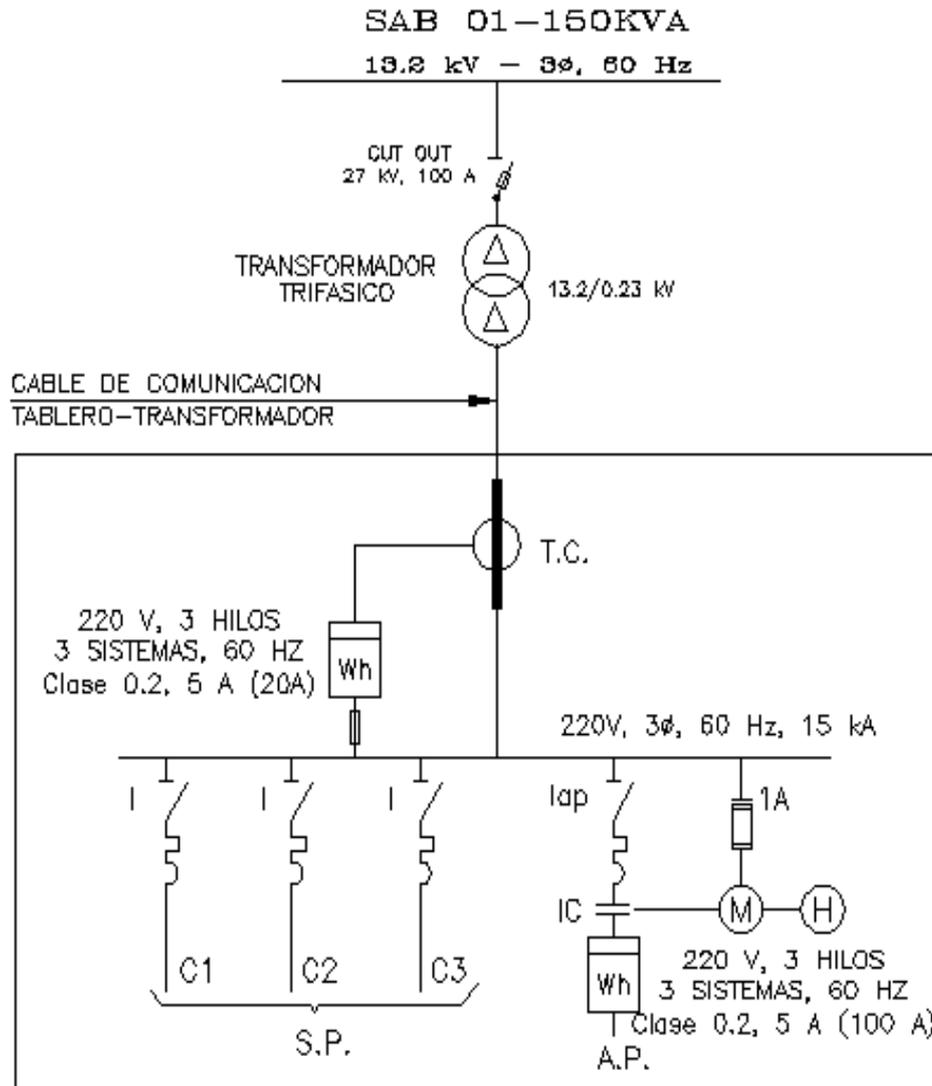
POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR I _c	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap				
100	NY 3-1x120 + 1x70 mm ²	3x125 A	2x32 A	350/5	3x32 A	5 (20) A	6 A,K

SE – CH 2299 (100 KVA)



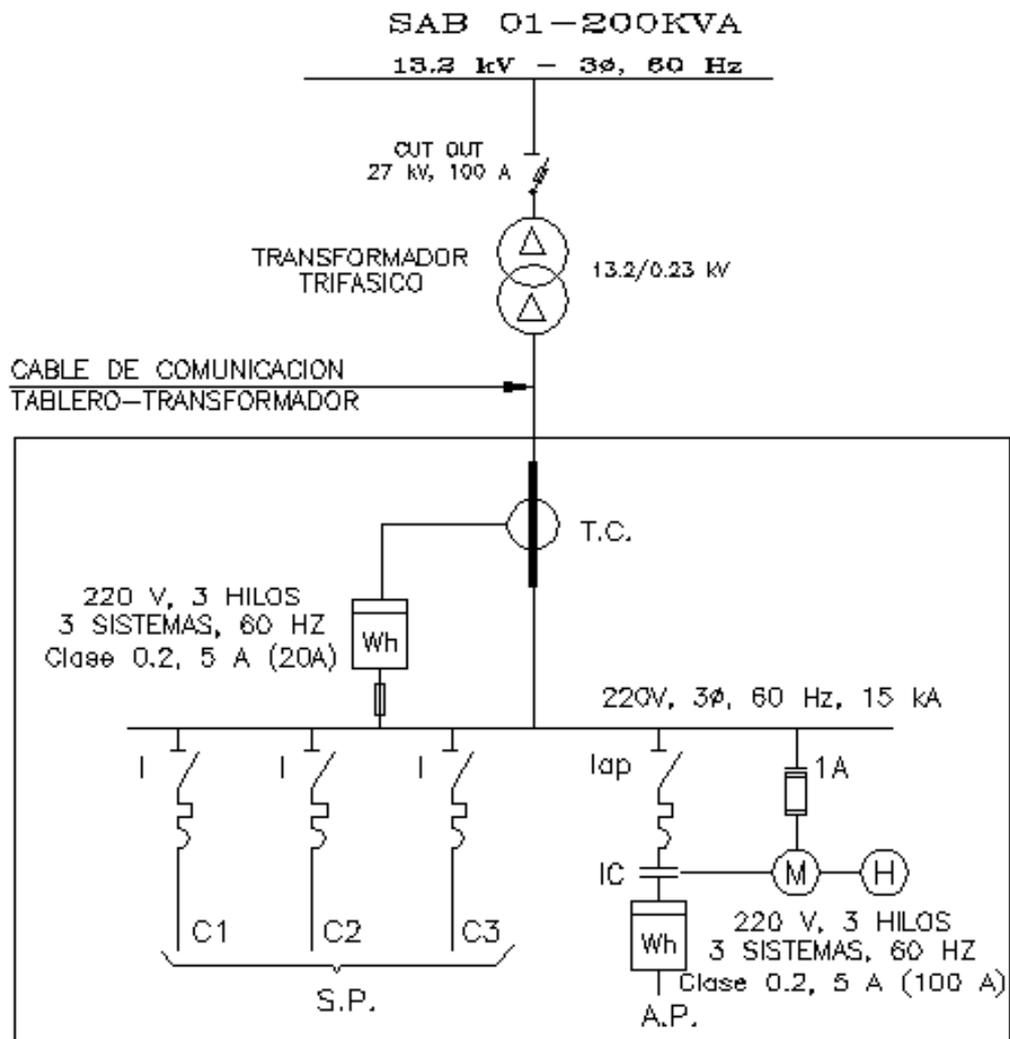
POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR I _c	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap				
100	NYY 3-1x120 + 1x70 mm ²	3x125 A	2x32 A	350/5	3x32 A	5 (20) A	6 A,K

SE – CH 0059 (150 KVA)



POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR I _c	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap				
150	NY 3-1x120 + 1x70 mm ²	3x125 A	2x32 A	350/5	3x32 A	5 (20) A	6 A,K

SE – CH 1526 (200 KVA)

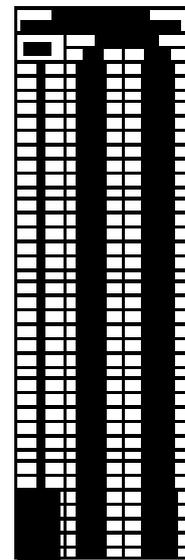
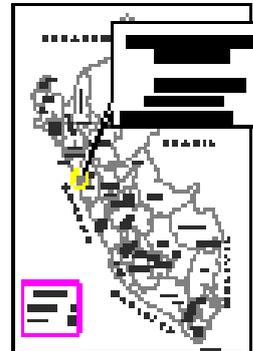


POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR Ic	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap				
200	NY 3-1x150 + 1x70 mm ²	3x150 A	2x32 A	350/5	3x32 A	5 (20) A	6 A,K

Anexo XVIII

PLANO DE DISPOSICION ACTUAL DE POSTES EN LA AV. JOSE GALVEZ
DE CHIMBOTE

ITROCALCION

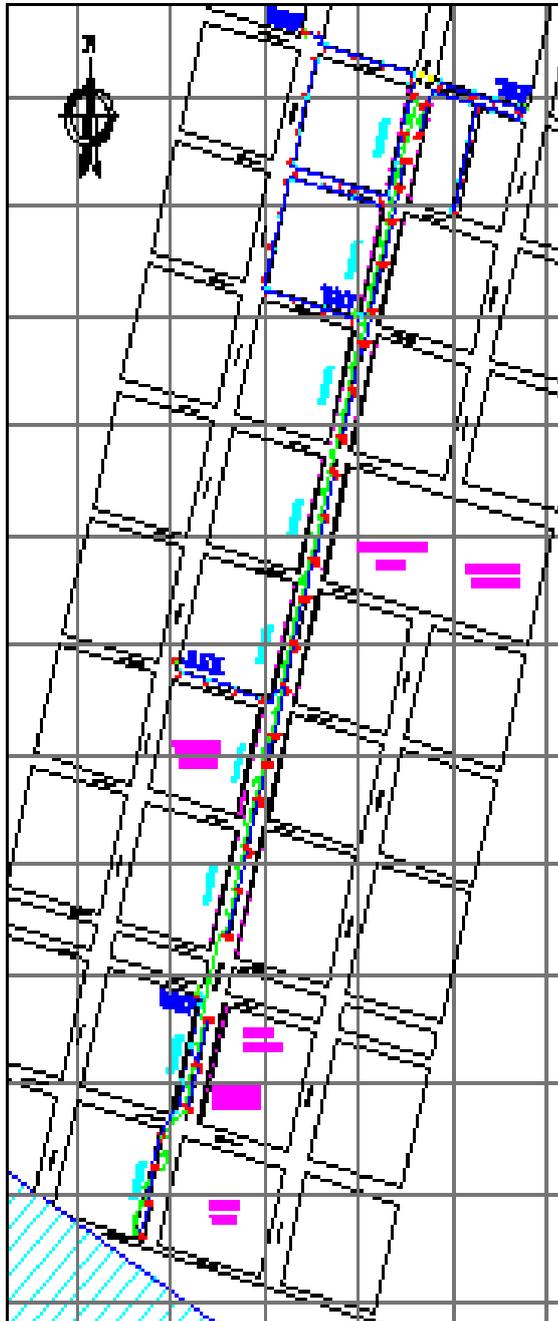


GENERAL INFORMATION	
Project Name	AVENIDA JOSE GALVEZ
Client	
Address	
City	Manila
Country	Philippines
Scale	1:2,000
Date	

PROJECT DATA	
Project No.	
Sheet No.	
Scale	1:2,000
Date	

PROJECT DATA	
Project No.	
Sheet No.	
Scale	1:2,000
Date	

REVISIONS	
No.	Description
1	Initial design
2	Final design
3	Final design
4	Final design
5	Final design



AVENIDA JOSE GALVEZ
Esc. 1/2,000

GENERAL INFORMATION	
Project Name	AVENIDA JOSE GALVEZ
Client	
Address	
City	Manila
Country	Philippines
Scale	1:2,000
Date	

PROJECT DATA	
Project No.	
Sheet No.	
Scale	1:2,000
Date	

APPROVALS	
Prepared by	
Checked by	
Approved by	
Date	

PLANO DE REUBICACION DE POSTES EN LA AV. JOSE GALVEZ DE
CHIMBOTE

