

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica Eléctrica y Mecatrónica



DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III

Tesis presentada por el Bachiller:

Yanqui Tapia, Jonathan Harold

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Mecánico Electricista.

Asesor:

Ing. Chani Ollachica, Deidamia

**Arequipa – Perú
2020**



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado:

AREQUIPA - PERÚ

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION
EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE
DE UCHUMAYO TRAMO III”**

Presentado por el Bachiller:

YANQUI TAPIA JONATHAN HAROLD

Nuestro DICTAMEN es:

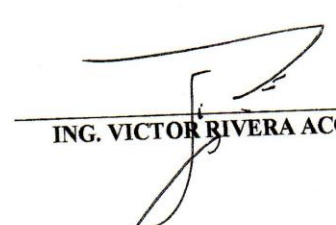
Aprobado

OBSERVACIONES:

Sin observaciones

Arequipa, 31 Mayo 201 8

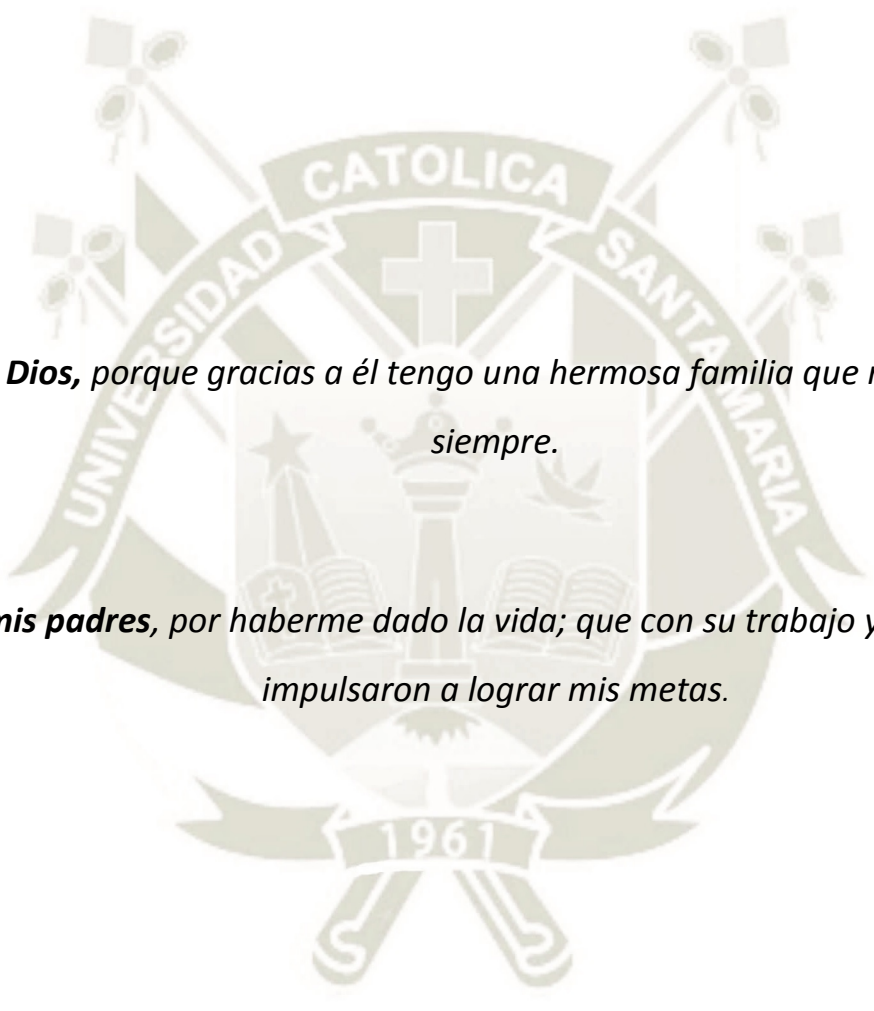

ING. DEIDAMIA CHANI OLLACHICA


ING. VICTOR RIVERA ACOSTA

PRESENTACION

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo para el autor optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, certificación oficial a nombre de la nación que acredita que está formado y preparado para el ejercicio de su profesión es decir busca demostrar, ante un jurado oficial, que reúne las capacidades y requisitos para aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera universitaria.

La tesis titulada *“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”* conforma el diseño conceptual de un sistema de iluminación cuya función es el suministro de luz artificial con la calidad y cantidad adecuada para autopista de primera clase, que garantice la seguridad del tránsito peatonal y vehicular y por ende contribuya a mejorar la calidad de vida de la población de Arequipa.



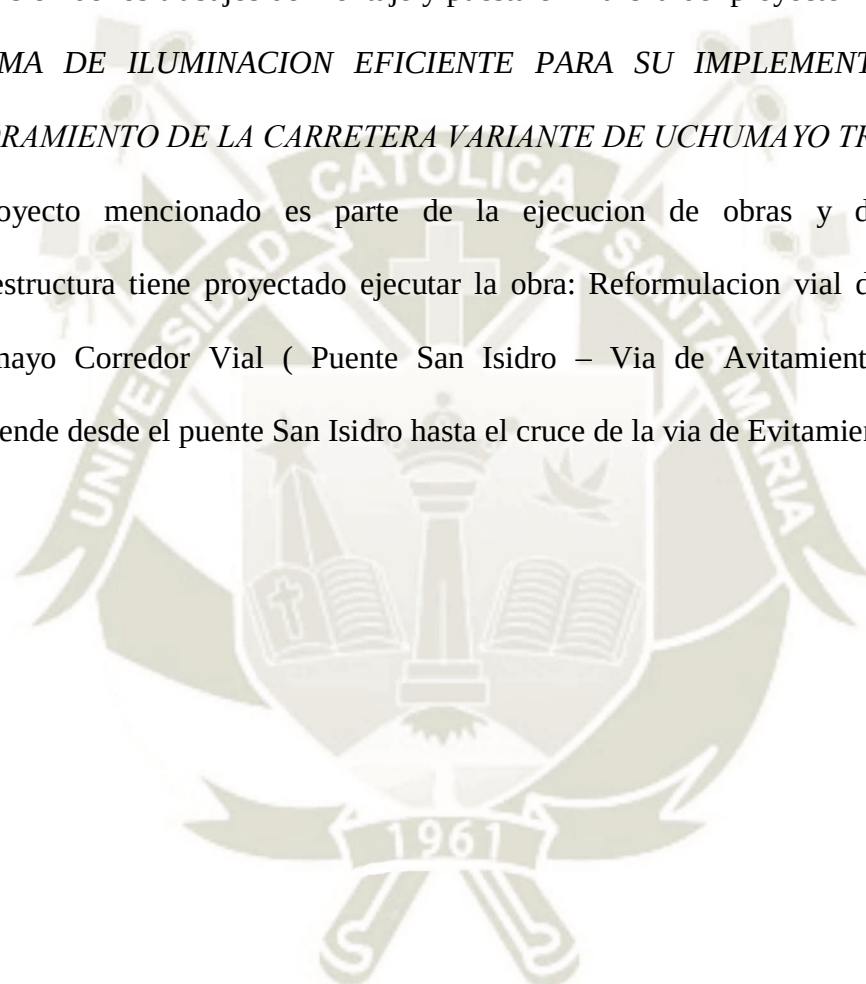
***A Dios,** porque gracias a él tengo una hermosa familia que me apoya siempre.*

***A mis padres,** por haberme dado la vida; que con su trabajo y apoyo me impulsaron a lograr mis metas.*

INTRODUCCION

El tema de investigación siguiente se basa en los conocimientos adquiridos durante la carrera y la experiencia que se tuvo en el trabajo de elaboración del expediente técnico y supervisión de los trabajos de montaje y puesta en marcha del proyecto *“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”*.

El proyecto mencionado es parte de la ejecucion de obras y de proyectos de infraestructura tiene proyectado ejecutar la obra: Reformulacion vial de la Variante de Uchumayo Corredor Vial (Puente San Isidro – Via de Avitamiento) dichos tramo comprende desde el puente San Isidro hasta el cruce de la via de Evitamiento.



RESUMEN

El objetivo principal del proyecto fue investigación denominado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III” el cual tiene como objetivo optimizar la protección y coordinación del sistema de iluminación para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica en la carretera de Variante de Uchumayo; el cual a la fecha viene siendo afectado debido a las interrupciones por obras públicas. Al respecto, se realizó y evaluó los componentes como: la coordinación mediante fusibles en la troncal para una mayor protección y coordinación usando herramientas adicionales como el uso de un aplicativo, para la simulación correspondiente en la troncal de la línea de media tensión que se encuentra en la zona mencionada.

Palabras Clave: Iluminación, luminancia, Flujo luminoso, diodo, Lámparas de vapor de sodio, acometida, absorción refracción reflexión.

ABSTRACT

The main objective of the project was research called "DESIGN OF AN EFFICIENT LIGHTING SYSTEM FOR IMPLEMENTATION IN THE IMPROVEMENT OF THE VARIANT ROAD OF UCHUMAYO SECTION III "" which aims to optimize the protection and coordination of the lighting system to improve the quality of electric power service on the Variante de Uchumayo highway; which to date has been affected due to interruptions for public works. In this regard, the components were performed and evaluated as: the coordination by means of fuses in the backbone for greater protection and coordination using additional tools such as the use of an application, for the corresponding simulation in the trunk of the medium voltage line that is find in the mentioned area.

Keywords: Illumination, luminance, luminous flux, diode, sodium vapor lamps, rush, reflection refraction absorption.

ÍNDICE

PRESENTACION	ii
INTRODUCCION.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE.....	vii
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
TEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA (PROBLEMA, OPORTUNIDAD)	2
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	2
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPOTESIS	4
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	4
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	4
1.4.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	4
1.5. JUSTIFICACION	4
1.6. ALCANCES	5
1.7. LIMITACIONES.....	5
1.8. VARIABLES.....	5
1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	5

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE	6
1.9. INDICADORES	6
1.10. CRITERIOS DE CALIDAD	6
CAPITULO II.....	10
2. MARCO TEORICO	10
2.1. LA LUZ Y EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO	10
2.2. EL COLOR.....	12
2.3. PROPIEDADES ÓPTICAS DE LA MATERIA.....	14
2.3.1. REFLEXIÓN.....	14
2.3.2. REFLEXIÓN ESPECULAR.....	14
2.3.3. REFLEXIÓN COMPUESTA	15
2.3.4. REFLEXIÓN DIFUSA	15
2.3.5. REFLEXIÓN MIXTA.....	16
2.3.6. REFRACCION.....	16
2.3.7. TRANSMISIÓN.....	18
2.3.8. TRANSMISIÓN REGULAR.....	18
2.3.9. TRANSMISIÓN DIFUSA	19
2.3.10. TRANSMISIÓN MIXTA	19
2.3.11. ABSORCIÓN.....	20
2.4. LEYES Y PRINCIPIOS DE LA LUMINOTECNIA.....	20
2.4.1. LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA	20
2.4.2. LEY DEL COSENO	21
2.4.3. LEY DEL CUBO DEL COSENO	23
2.4.4. LEY DEL SENOS	24
2.4.5. LEY DE LAMBERT.....	24

2.4.6. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE MAGNITUDES	26
2.5. CURVAS DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA	28
2.6. CURVAS ISOCANDELAS	29
2.7. CURVAS ISOLUX	30
2.8. CURVAS ISOLUMINANCIAS.....	31
2.9. MAPAS DE LUMINANCIA	31
2.10. ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (RA – IRC).....	34
2.11. DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA VÍA.....	34
CAPITULO III	47
3. CALCULOS DE INGENIERIA.....	47
3.1. CALCULOS ELÉCTRICOS	47
3.2. CALCULOS DE LA CAIDA DE TENSION	47
3.3. CALCULOS DE ILUMINACIÓN.....	48
3.4. CALCULO DE ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO	49
3.5. CALCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA	50
3.6. CALCULO DE FACTORES DE ILUMINANCIA	50
3.7. CALCULO DE LA ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO	51
3.8. CALCULO DE LA LUMINANCIA MEDIA.....	52
3.10. NORMATIVA DE FABRICACION SEGÚN IEC EN LUMINARIAS LED	78
3.11. PRUEBAS TIPO: FOTOMÉTRICAS, ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS	99
3.12. NORMATIVA DE FISCALIZACION ELECTRICA – OSINERGMIN	101
3.12.1. PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE LA OPERATIVIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO- PROCEDIMIENTO N°078 – 2007- OS/CD	102
3.13. DESARROLLO DE PROYECTO Y CALCULOS	105

3.14. CONFIGURACION VIAL DE VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III.....	108
3.14.1. DISPOSICIÓN UNILATERAL:.....	109
3.14.2. DISPOSICIÓN BILATERAL OPUESTA CON SEPARADOR:	110
3.14.3. DISPOSICIÓN CENTRAL DOBLE:	111
3.15. CALCULO DE REDES SECUNDARIAS ALUMBRADO PUBLICO	112
3.16. CALCULO CAIDA DE TENSION	115
3.17. CÁLCULO DE CONSUMO DE ALUMBRADO PÚBLICO CON PROYECCIÓN EN COSTO - BENEFICIO.....	115
3.17.1. BALANCE DE COSTO EN CUANTO AL MANTENIMIENTO DE INTEGRADOR SOLAR.....	119
3.17.3. BALANCE DE COSTO EN CUANTO AL MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO	122
3.18. CALCULO DIALUX	125
3.19. INGENIERIA DE DETALLE	125
3.19.1. CALCULO DE LA CIMENTACION DE POSTES 8/200	125
3.19.2. CALCULO DE LA ALTURA TOTAL (h)	126
3.19.3. ANÁLISIS DEL SUELO EN AREQUIPA	127
CAPITULO IV	133
COSTOS Y PLANIFICACION DEL PROYECTO	133
CAPITULO V.....	152
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.....	152
5.1. OBSERVACIONES	152
5.2. CONCLUSIONES	155
REFERENCIAS	157

ANEXOS	159
ANEXO 01	160
CALCULO DE CAIDA DE TENSION	160
ANEXO 02	163
EQUIPOS USADOS DE ALUMBRADO PUBLICO A NIVEL DE CONCESIÓN	163
ANEXO 03	167
METRADO Y PPTO. DE SERVICIO PARTICULAR.....	167
ANEXO 04	169
CÁLCULOS DIALUX.....	169
Dialux 85PAG	169
ANEXO 05	253
PLANOS.....	253

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Relación causa Efecto	6
Tabla N° 2. Apariencia de color	33
Tabla N° 3. Temperatura rendimiento de color de acuerdo al tipo de iluminación.....	34
Tabla N° 4. Factores Considerados en el Diseño.....	47
Tabla N° 5. Características de la Red	47
Tabla N° 6. Bases de Cálculo	53
Tabla N° 7. Relación entre la separación y los puntos de Luz	54
Tabla N° 8. Niveles de iluminación y luminancia	54
Tabla N° 9. Cuadro resumen de los niveles de alumbrado público	55
Tabla N° 10. Normativa de Fabricación según IEC en luminarias LED	78
Tabla N° 11. Características mínimas requeridas para la distribución del Proyecto	79
Tabla N° 12. Pruebas acorde a las Norma IEC60598.....	100
Tabla N° 13. Códigos de la deficiencia típica.....	104
Tabla N° 14. Parámetros en condiciones de Potencia.....	106
Tabla N° 15. Tipos de alumbrado según la clasificación vial según DGE	107
Tabla N° 16. Recomendaciones para disposición de Luminarias -T510-5-1	107
Tabla N° 17. Tipos de alumbrado según la clasificación - NTC 0900 - REPTILAP	107
Tabla N° 18. Máxima demanda de alumbrado público	114
Tabla N° 19. Subestación – 01 de 3KVA	114
Tabla N° 20. Subestación – 02 de 3KVA	114
Tabla N° 21. Subestación – 03 de 3KVA	114
Tabla N° 22. Subestación – 04 de 3KVA	114
Tabla N° 23. Consumo de alumbrado público con proyección en costo - beneficio.....	115

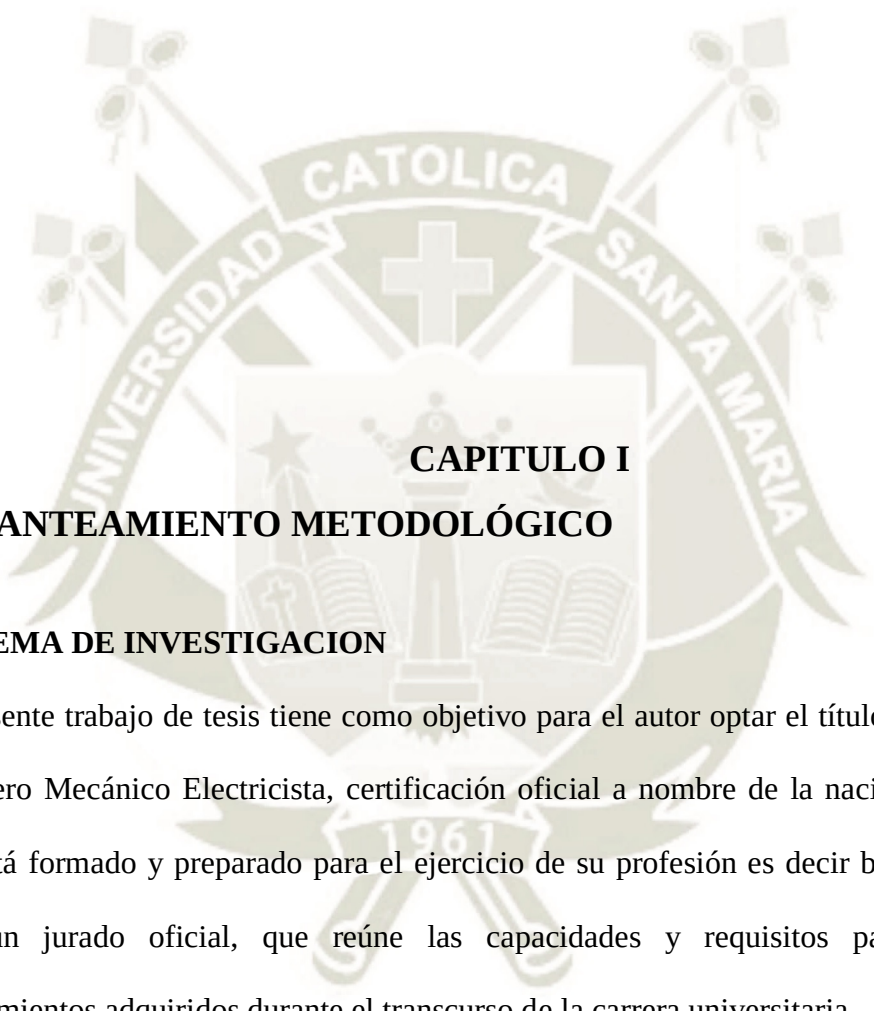
Tabla N° 24. Factores KALP	117
Tabla N° 25. Monto por cada subestación	118
Tabla N° 26. Balance de costo en cuanto a años de vida del panel solar	119
Tabla N° 27. Años de Vida de lámparas LED 50 W	120
Tabla N° 28. Costo de Mantenimiento cada 5.7 años.....	120
Tabla N° 29. Costo de Cambio de las lámparas LED según mantenimiento	121
Tabla N° 30. Balance de costo en cuanto al mantenimiento de luminarias de vapor de sodio 250W	122
Tabla N° 31. Costo de mantenimiento cada 3.7 años	123
Tabla N° 32. Costo de Mantenimiento cada 5.7 años.....	123
Tabla N° 33. Depreciación lumínica entre luminarias con lámparas de diferentes tecnologías.....	138
Tabla N° 34. Resultados simulación 400W HM.....	140
Tabla N° 35. Resultados simulación 200 W LED	142
Tabla N° 36. Medidas en simulación y experimentales de la iluminancia media obtenida en el plano del suelo con luminaria HM de 400 W y LED de 200W	144
Tabla N° 37. Cálculo del ahorro energético obtenido en la sustitución de MH400W por LED 200W.....	146
Tabla N° 38. Cálculo del ahorro anual promedio de la sustitución de MH400W por LED 200W.....	147
Tabla N° 39. Parámetros de la inversión de LED 200W	148
Tabla N° 40. Cálculo del TCO para LED 200W y HM400W	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.	Espectro de radiaciones electromagnéticas (Dominio Público)	10
Figura N° 2.	El campo magnético que rodea al fotón fluctúa de su máximo positivo a su máximo negativo a medida que el fotón viaja (Dominio Público).....	11
Figura N° 3.	Longitud de Onda de los Colores	12
Figura N° 4.	Descomposición de la Luz.....	13
Figura N° 5.	Un objeto con superficie roja absorbe todos los colores del espectro a excepción del rojo, el cual es reflejado de vuelta	13
Figura N° 6.	Índice de Fluctuación de un campo electromagnético.....	14
Figura N° 7.	Reflexión especular	15
Figura N° 8.	Reflexión Compuesta	15
Figura N° 9.	Reflexión Difusa.....	15
Figura N° 10.	Reflexión Mixta.....	16
Figura N° 11.	El Pavimento mojado tiene reflexión mixta	16
Figura N° 12.	Refracción en el límite entre dos medios.....	17
Figura N° 13.	Transmisión regular.....	18
Figura N° 14.	Transmisión difusa	19
Figura N° 15.	Transmisión mixta	19
Figura N° 16.	Refracción en el límite entre dos medios.....	21
Figura N° 17.	Luminancia en un punto desde dos fuentes de luz con diferente ángulo de incidencia. (ESPARZA, 2015).....	22
Figura N° 18.	Luminancia horizontal (Eh).....	23
Figura N° 19.	Luminancia Vertical (Ev)	24
Figura N° 20.	Invariabilidad de la luminancia con el ángulo de incidencia.....	25
Figura N° 21.	Sólido fotométrico de una lámpara incandescente	26
Figura N° 22.	Curva fotométrica de una lámpara incandescente	27
Figura N° 23.	Sistema de coordenadas C - γ	27
Figura N° 24.	Curva de distribución fotométrica simétrica	28
Figura N° 25.	Curva de distribución fotométrica asimétrica, cada plano tiene una curva diferente, por lo que es necesario conocer todos los planos.	29
Figura N° 26.	Curvas Isocandelas	29

Figura N° 27.	Curvas isolux	30
Figura N° 28.	Curvas Isolux con varias luminarias (Fuente: Luminotecnia, iluminación de interiores y exteriores)	30
Figura N° 29.	Curvas Isoluminancias.....	31
Figura N° 30.	Mapa de luminancia.....	32
Figura N° 31.	Disposición de luminarias en carretera.....	35
Figura N° 32.	Disposición de luminarias en distribución unilateral	35
Figura N° 33.	Disposición de luminarias en carretera de doble vía.	36
Figura N° 34.	Disposición de luminarias en curvas.	37
Figura N° 35.	Disposición de luminarias en cruces	37
Figura N° 36.	Disposición de luminarias en plazas y rotondas	38
Figura N° 37.	Disposición de luminarias en calzadas con uno y dos sentidos.....	38
Figura N° 38.	Evolución de las Tecnologías de Alumbrado.	39
Figura N° 39.	LED: Solid State Lighting	41
Figura N° 40.	LED – Principio de emisión de luz.....	41
Figura N° 41.	Comparación de Espectro Luminoso.....	41
Figura N° 42.	Comparación de Espectro Luminoso de fuente generado por un artefacto con Tecnología LED.....	42
Figura N° 43.	Lámparas de halogenuros o aditivos metálicos	43
Figura N° 44.	Cálculos de Iluminancia Punto por Punto	49
Figura N° 45.	Cálculo de la Iluminancia punto por punto.....	51
Figura N° 46.	Cálculo de iluminación de puentes.....	56
Figura N° 47.	Cálculo de iluminación de la vía central	62
Figura N° 48.	Cálculo de iluminación de las vías auxiliares.....	68
Figura N° 49.	Cálculo de iluminación intercambio vial vía de evitamiento (ovaló).....	74
Figura N° 50.	Códigos de la deficiencia típica.....	104
Figura N° 51.	Lámparas usadas en la variante Uchumayo Tramo III	105
Figura N° 52.	Alumbrado público integrado de alta potencia.....	106
Figura N° 53.	Distancia de Calzada en Variante Tramo III	108
Figura N° 54.	Disposición Unilateral	109
Figura N° 55.	Características de luminarias led	109
Figura N° 56.	Diseño Norma REPTILAP	110
Figura N° 57.	Diseño Norma REPTILAP	111
Figura N° 58.	Alumbrado público integrado de alta potencia.....	113

Figura N° 59.	Tarifa con simple medición de energía 1E – Alumbrado Público.....	117
Figura N° 60.	Especificaciones Técnicas L50.....	124
Figura N° 61.	Normativa Retilap.....	125
Figura N° 62.	Dimensiones del a base del poste	126
Figura N° 63.	Dimensiones del a base del poste	126
Figura N° 64.	Dimensiones del a base del poste	127
Figura N° 65.	Detalle de la cimentacion del poste	128
Figura N° 66.	Detalle de la cimentacion del poste	128
Figura N° 67.	Corte cimentacion del poste	129
Figura N° 68.	Corte cimentacion del poste.	130
Figura N° 69.	Diámetro en función de la capacidad portante	131
Figura N° 70.	Diámetro Vs. Esfuerzo.....	132
Figura N° 71.	Comparación de la Eficiencia (lm/W) de cuatro tecnologías disponibles en el mercado: HM, inducción, TL5, LED.....	136
Figura N° 72.	Grafica Comparativa de depreciación lumínica (lm) entre luminarias....	137
Figura N° 73.	Gráfica de distribución lumínica (lux)de 400 W halogenuros metálicos mediante isolineas en el plano del suelo (15x15m).....	140
Figura N° 74.	Gráfica de distribución lumínica (lux) de 400 W halogenuros metálicos mediante gradación de colores (0-500 lux).	141
Figura N° 75.	Gráfica de distribución lumínica (lux) de 200 W LED mediante isolineas en el plano del suelo (15x15m).....	142
Figura N° 76.	Gráfica de distribución lumínica (lux) de 200 W LED mediante gradación de colores (0-500 lux).	143
Figura N° 77.	Distribución porcentual de cada tipo de ahorro.....	147
Figura N° 78.	Comparación del coste total de propiedad para LED 200W y HM 400W	149
Figura N° 79.	Distribución porcentual del coste total de propiedad para LED200W	150
Figura N° 80.	Distribución porcentual del coste total de propiedad para HM400W.	150



CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

TEMA DE INVESTIGACION

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo para el autor optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, certificación oficial a nombre de la nación que acredita que está formado y preparado para el ejercicio de su profesión es decir busca demostrar, ante un jurado oficial, que reúne las capacidades y requisitos para aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera universitaria.

La tesis titulada *“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”* conforma el diseño conceptual de un sistema de iluminación cuya función es el suministro de luz artificial con la calidad y cantidad adecuada para autopista de primera clase, que garantice la seguridad del tránsito peatonal y vehicular y por ende contribuya a mejorar la calidad de vida de la población de Arequipa.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA (PROBLEMA, OPORTUNIDAD)

En la actualidad, en las vías de alta transitabilidad se hace necesario contar con sistemas de iluminación altamente eficientes, de tal forma que permita garantizar las condiciones óptimas y ambiente de confort para el conductor.

Para esto, se propone el uso de la tecnología basada en LEDs de potencia RGB para el diseño e implementación del sistema de iluminación en la carretera variante de Uchumayo Tramo III.

1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Diseñando el sistema de iluminación en la autopista Variante de Uchumayo tramo III se tendrá un sistema de alumbrado eficiente?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- a) ¿Utilizando el software de cálculos de iluminación Dialux se obtendrán resultados reales en el diseño?
- b) ¿Empleando luminarias LED de bajo consumo se logrará mejorar la eficiencia del sistema de alumbrado y disminuir los costos de energía eléctrica para el sistema de alumbrado?
- c) ¿Empleando software luminotécnico se podrá verificar los cálculos realizados?
- d) ¿Empleando las normas nacionales e internacionales para el alumbrado de vías de alto tránsito se tendrá un sistema de alumbrado eficiente?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar las Redes de Iluminación Existentes de las vías de la Variante de Uchumayo – Tramo III de Provincia Arequipa, considerando la reducción de la demanda de Energía en KWH, y reduciendo penalidades a los Procedimientos de Supervisión N° 78 y 94 de OSINERGMIN a la concesionaria eléctrica SEAL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Diseñar el sistema de iluminación para la autopista de primer nivel, Variante de Uchumayo Tramo III, de una forma técnica y económicamente viable considerando los parámetros de iluminación.
- b. Definir la mejor configuración para la selección y ubicación de la luminaria en la vía principal y vías auxiliares en el principal acceso a la ciudad.
- c. Emplear luminarias eficientes, lámparas ahorradoras de energía y dispositivos de control electrónico y automatizar el sistema eléctrico para optimizar el uso de luz artificial en el alumbrado.
- d. Desarrollar las simulaciones a través de aplicaciones reales en la vía principal y vías auxiliares mediante software luminotécnico para conocer en detalle el comportamiento de las luminarias tipo LED.

1.4. HIPOTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Al proponer el diseño del sistema de iluminación LED eficiente se reducirán los costos de energía eléctrica para el sistema de alumbrado.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- a) Utilizando el software especializado de iluminación se logrará seleccionar los equipos de iluminación adecuados para las vías principales y auxiliares.
- b) Empleando lámparas, luminarias de bajo consumo y empleando dispositivos de control se logrará optimizar el uso de luz artificial para alumbrado público

1.4.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es experimental debido a que se manipularán una o más variables independientes, se medirá el efecto de la variable independiente sobre la dependiente y se validará la situación experimental.

1.5. JUSTIFICACION

Entre las justificaciones más importantes tenemos la económica ya que una optimización en el uso de la iluminación tendría como consecuencia una disminución en el consumo de energía eléctrica que sabemos que tiene un costo significativo económico, otra justificación es la técnica ya que se propondrán mejoras con equipos y luminarias de última generación, además al disminuir el consumo de energía eléctrica o de la potencia eléctrica también se disminuirá las pérdidas del sistema eléctrico.

Además la justificación social para efectuar dicho estudio es que se realiza con el objetivo de evaluar la iluminación en las vías de trabajo que sean adecuados para la visión de los vehículos y transporte pesado; ya que no se trata simplemente de proporcionar luz, sino permitir que los conductores reconozcan sin error lo que ven,

en un tiempo adecuado y sin que se produzca en ellos fatiga ocular o efectos de deslumbramiento.

1.6. ALCANCES

El alcance de la presente investigación es diseñar y evaluar el sistema de iluminación de la autopista de primer nivel de la variante de Uchumayo y realizar una propuesta de mejora de la iluminación basado en una decisión técnica económica, dicha evaluación nos permitirá saber si actualmente se está cumpliendo con los valores de iluminación recomendados para este tipo de vías de alto tránsito y cumplir con la normatividad vigente, también se busca que el consumo de potencia y energía se minimice, usando para ello las últimas tecnologías de equipos de iluminación existentes en la actualidad.

1.7. LIMITACIONES

Una de las limitaciones más importantes en este estudio es el económico, ya que se cuenta con un presupuesto reducido para la ejecución de la partida de alumbrado público debido a que la obra está siendo ejecutada por administración directa del gobierno regional de Arequipa.

1.8. VARIABLES

El significado de la hipótesis se conceptualiza en las tablas siguientes donde se indica las variables a utilizar en la investigación.

1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

El nivel de luminancia media de la superficie de la carretera y sus alrededores es la variable independiente que determinan en gran manera el estado de adaptación de los ojos de los usuarios, por este motivo la luminancia media tiene mucha importancia en la capacidad para ver de los usuarios, el confort del usuario, es decir en general de la seguridad vial.

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

La disminución de los costos por consumo de energía es la variable dependiente y su función es producir la mayor cantidad de utilidad y disponibilidad al menor costo posible.

Tabla N° 1. Relación causa Efecto

Función Costos de consumo energético Vs. Luminancia Media	
$C = f(L_m)$	
Consumo Energético	Luminancia Media
Efecto	Causa

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

C: representa los costos de consumo de energía

$f(L_m)$: representa la variable independiente luminancia media.

1.9. INDICADORES

- Garantizar las condiciones de transitabilidad más eficientes en la calzada.
- Contribuir a un ambiente agradable de confort para el conductor.
- Disminución de consumo de energía por medio del estudio de ahorro de energía mediante un sistema de iluminación LED.

1.10. CRITERIOS DE CALIDAD

Los usuarios de las carreteras deben ser capaces de ver el trazado de la carretera, localizar y reconocer las señales y obstáculos especiales con certeza y a tiempo. Los criterios de calidad que se aplican en la iluminación de carreteras para el tráfico rodado son:

- Luminancia media (L_m , L_{AV})
- Los coeficientes de uniformidad de luminancia (U_0 , U_L)
- El deslumbramiento (TI y G)
- El coeficiente de iluminación de los alrededores (SR) o factor de borde.
- Guiado óptico y orientación visual

CUADRO DE VARIABLES

CUADRO DE VARIABLES

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”

Variable	Tipo de variable	Descripción Conceptual	Descripción Funcional	Unidad	Indicador	Herramientas
El nivel de luminancia media de la superficie de la carretera y sus alrededores es la variable independiente	Variable independiente	Es una medida de la luz que llega a los ojos procedentes de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.	Determinan en gran manera el estado de adaptación de los ojos de los usuarios, por este motivo la luminancia media tiene mucha importancia en la capacidad para ver de los usuarios, el confort del usuario, es decir en general de la seguridad vial.	lumen	a. Disminución de consumo de energía en iluminación del área de cuidados intensivos. b. Garantizar las condiciones más eficientes en la calzada. c. Contribuir a un ambiente agradable de confort para el conductor. d. Disminución de consumo de energía por medio del estudio de ahorro de energía mediante un sistema fotovoltaico	• luxómetro • Cartillas • Hojas de inspección
La disminución de los costos por consumo de energía es la variable dependiente.	Variable Dependiente	El suministro eléctrico es un gasto mensual de cualquier usuario, donde el tiene que hacerse cargo de este importe a través de la factura y realizar un consumo moderado a la vez que inteligente puede suponer un beneficio económico para el mismo.	Su función es producir la mayor cantidad de utilidad y disponibilidad al menor costo posible	kWh		• Medidor monofásico , trifásico

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III”	PROBLEMA GENERAL :	OBJETIVO GENERAL:	HIPOTESIS GENERAL:	VARIABLE DEPENDIENTE (y):	INDICADORES	Explicativa, descriptiva y operativa.
	¿Diseñando el sistema de iluminación en la autopista Variante de Uchumayo tramo III se tendrá un sistema de alumbrado eficiente? ¿Utilizando el software de cálculos de iluminación se obtendrán resultados reales en el diseño?	a. Diseñar el sistema de iluminación para la autopista de primer nivel, Variante de Uchumayo Tramo III, de un forma técnica y económicamente viable considerando los parámetros de iluminación. b. Definir la mejor configuración para la selección y ubicación de la luminaria en la vía principal y vías auxiliares en el principal acceso a la ciudad.	a. Al proponer el diseño del sistema de iluminación LED eficiente se reducirán los costos de energía eléctrica para el sistema de alumbrado. b. Utilizando el software especializado de iluminación se lograra seleccionar los equipos de iluminación adecuados para las vías principales y auxiliares.	La disminución de los costos por consumo de energía es la variable dependiente y su función es producir la mayor cantidad de utilidad y disponibilidad al menor costo posible.	a. Disminución de consumo de energía en iluminación del área de cuidados intensivos. b. Garantizar las condiciones más eficientes en la calzada. c. Contribuir a un ambiente agradable de confort para el conductor. d. Disminución de consumo de energía por medio del estudio de ahorro de energía mediante un sistema fotovoltaico.	
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPOTESIS ESPECÍFICAS:	VARIABLE INDEPENDIENTE (x):	CRITERIOS DE CALIDAD	
a. ¿Empleando luminarias LED de bajo consumo se lograra mejorar la eficiencia del sistema de alumbrado y disminuir los costos de energía eléctrica para el sistema de alumbrado?		a. Emplear luminarias eficientes, lámparas ahorradoras de energía y dispositivos de control electrónico y automatizar el sistema eléctrico para optimizar el uso de luz artificial en el alumbrado.	a. Empleando lámparas, luminarias de bajo consumo y empleando dispositivos de control se lograra optimizar el uso de luz artificial para alumbrado publico	El nivel de luminancia media de la superficie de la carretera y sus alrededores es la variable independiente que determinan en gran manera el estado de adaptación de los ojos de los usuarios, por este motivo la luminancia	Los usuarios de las carreteras deben ser capaces de ver el trazado de la carretera, localizar y reconocer las señales y obstáculos especiales con certeza y a tiempo. Los criterios de calidad que se	

b. ¿Empleando software luminotécnico se podrá verificar los cálculos realizados?	b. Desarrollar las simulaciones a través de aplicaciones reales en la vía principal y vías auxiliares mediante software luminotécnico para conocer en detalle el comportamiento de las luminarias tipo LED.	media tiene mucha importancia en la capacidad para ver de los usuarios, el confort del usuario, es decir en general de la seguridad vial.	aplican en la iluminación de carreteras para el tráfico rodado son: a. Luminancia media (Lm, LAV) b. Los coeficientes de uniformidad de luminancia (U0, UL) c. El deslumbramiento (TI y G) d. El coeficiente de iluminación de los alrededores (SR) o factor de borde. e. Guiado óptico y orientación visual
c. ¿Empleando las normas nacionales e internacionales para el alumbrado de vías de alto tránsito se tendrá un sistema de alumbrado eficiente?	c. Evaluar las mediciones efectuadas como los niveles de iluminación, uniformidad requerida, exigencia visual según el ambiente, limitación de deslumbramiento, color de la luz y reproducción cromática recomendada y compararlas con normas nacionales e internacionales.		
¿Se puede presentar una propuesta de mejora considerando los cálculos realizados?	d. Presentar una propuesta de mejora considerando los cálculos realizados.		

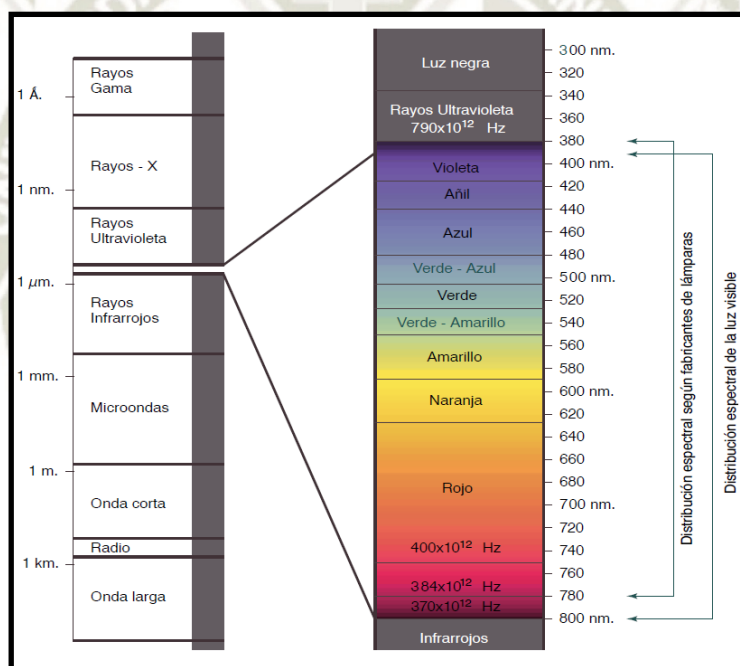
CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. LA LUZ Y EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

La luz es energía en forma de radiación electromagnética de muy alta frecuencia, que el ojo detecta en el rango de longitudes de onda entre 380 nanómetros (color violeta) hasta 770 nanómetros (color rojo), a este rango se le denomina espectro visible (García, 2019).

Figura N° 1. Espectro de radiaciones electromagnéticas (Dominio Público)

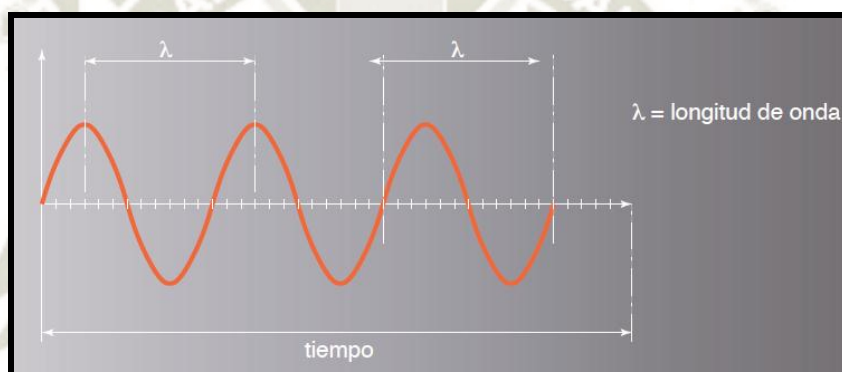


Fuente: Manual de iluminación Vial

Las longitudes de onda ligeramente inferiores a la luz visible corresponden a los rayos ultravioleta y las longitudes de onda superiores a la luz visible se conocen como ondas infrarrojas. Otras longitudes de onda de la radiación electromagnética, entre las cuales se incluyen los Rayos Gamma, Rayos X, Ondas de Radio, Microondas, no son detectables para el ojo humano. La radiación electromagnética viaja a través del espacio en diminutos “haces”

llamados fotones. Un fotón es energía pura y carece de masa. La energía de un fotón produce un campo electromagnético alrededor del fotón. El campo es invisible y no puede ser detectado a menos que exista un objeto material en el mismo sobre el que pueda ejercer algún tipo de fuerza, esto quiere decir que la radiación electromagnética visible (la luz), no se ve, lo que se ve son los objetos iluminados.

Figura N° 2. El campo magnético que rodea al fotón fluctúa de su máximo positivo a su máximo negativo a medida que el fotón viaja (Dominio Público).



Fuente: Manual de iluminación Vial

Las longitudes de onda son vibraciones y se expresan con el símbolo λ (lambda); a la cantidad de vibraciones que se dan en un segundo se le llama frecuencia y se expresa en Hertz (Hz). La relación que hay entre la frecuencia y la longitud de onda se expresa con la siguiente formula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

En donde "c" es la velocidad de propagación de la luz en el vacío (300,000 km/seg = 3×10^8 m/seg) y "f" es la frecuencia en Hz, en esta expresión se establece una relación inversa entre los valores de la longitud de onda y la frecuencia, ya que el valor de " λ " se incrementa cuando el de la frecuencia disminuye y viceversa (García, 2019).

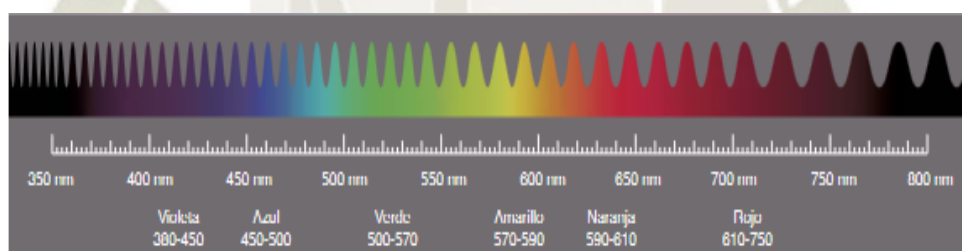
Las longitudes de onda de la luz visible se miden en nanómetros. Un nanómetro o milimicra (nm o mμ) es la milésima parte de una micra (μ), por lo que corresponde a la millonésima parte de un milímetro.

$$1 \text{ nm} = 0.001 \mu = 0.000 \text{ 001 mm} = 0.000 \text{ 000 001 m} = 10^{-9} \text{ m}.$$

2.2. EL COLOR

Todos los fotones viajan a través del espacio a la misma velocidad (300,000 km/seg), pero el campo electromagnético de algunos fotones fluctúa más rápido que el de los otros. Cuanta más energía tiene un fotón, más rápida es su fluctuación. El ojo humano puede observar el efecto de esta diferencia en los niveles de energía del fotón, así como en el índice de fluctuación del campo. Este efecto recibe el nombre de color (ESPARZA, 2015).

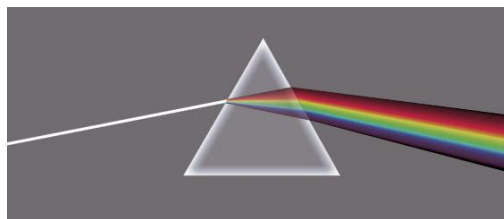
Figura N° 3. Longitud de Onda de los Colores



Fuente: Manual de iluminación Vial

El color es la interpretación que hace nuestro sistema visual de la composición espectral de la luz que detecta el ojo. Todo cuerpo iluminado absorbe todas o parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Por ejemplo la luz a 450 nm no es azul por ninguna propiedad, sino porque ese es el efecto que provoca en nuestro sistema visual. La luz blanca puede ser descompuesta en todos los colores del espectro por medio de un prisma. En la naturaleza esta descomposición da lugar al arcoíris cuando las gotas de lluvia funcionan como pequeños prismas al recibir la luz del sol (ESPARZA, 2015).

Figura N° 4. Descomposición de la Luz



Fuente: Manual de iluminación Vial

El color blanco resulta de la superposición de todos los colores, mientras que el negro es la ausencia de luz, el color sólo existe en la mente y no es una propiedad intrínseca de la luz. El color con el que se percibe un cuerpo depende de la cantidad de luz que emite, refleja, transmite y absorbe para cada longitud de onda del espectro visible. Se puede asociar un color a cada rango de longitud de onda del espectro visible. El ojo humano sólo percibe el color cuando la iluminación es abundante. Con poca luz vemos en blanco y negro. Un objeto parece rojo porque a los ojos sólo llega la luz roja que refleja, el resto de colores del espectro son absorbidos por el objeto. Si se ilumina con una fuente de luz carente del componente rojo no se reflejaría nada y se vería negro (o no se vería) (ESPARZA, 2015).

Figura N° 5. Un objeto con superficie roja absorbe todos los colores del espectro a excepción del rojo, el cual es reflejado de vuelta

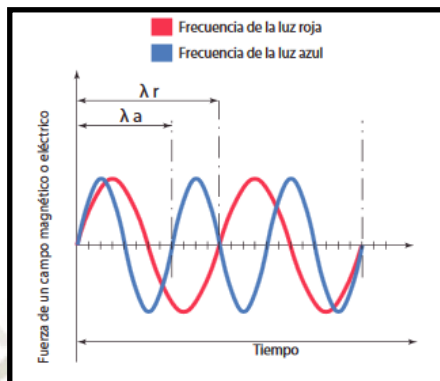


Fuente: Manual de iluminación Vial

La luz roja, por ejemplo, tiene menos energía que la luz azul, de manera que el índice de fluctuación de su campo electromagnético es un tercio más lenta. Por

tanto, la luz se puede entender como la suma de luces de distintas longitudes de onda.

Figura N° 6. Índice de Fluctuación de un campo electromagnético



Fuente: Manual de iluminación Vial

2.3. PROPIEDADES ÓPTICAS DE LA MATERIA

ESPARZA (2015) sostiene que cuando la luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de este y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco el resto de la luz será absorbida. Si es transparente una parte será absorbida como en el caso anterior y el resto atravesará el cuerpo transmitiéndose, así pues, tenemos cuatro posibilidades:

2.3.1. REFLEXIÓN

Se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes, ya sean gases líquidos o sólidos.

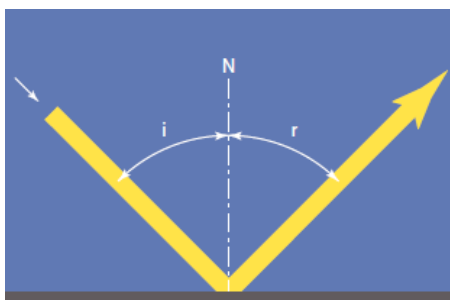
2.3.2. REFLEXIÓN ESPECULAR

Ocurre cuando los rayos luminosos que caen en una superficie reflectora muy plana son reflejados de modo que el ángulo incidente es igual al ángulo reflejado.

Dicha reflexión obedece a dos leyes:

- El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal, se encuentran en un mismo plano.
- El ángulo de incidencia "i" es igual al ángulo de reflexión "r".

Figura N° 7. Reflexión especular

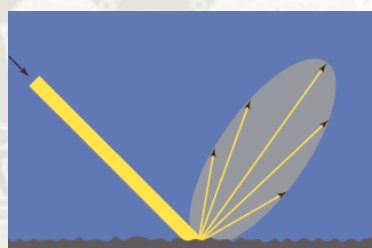


Fuente: Manual de iluminación Vial

2.3.3. REFLEXIÓN COMPUESTA

En este caso no hay imagen de espejo de la fuente de luz, pero el ángulo de intensidad máxima reflejada es igual al ángulo de incidencia. La reflexión compuesta ocurre cuando la superficie es irregular o rugosa.

Figura N° 8. Reflexión Compuesta

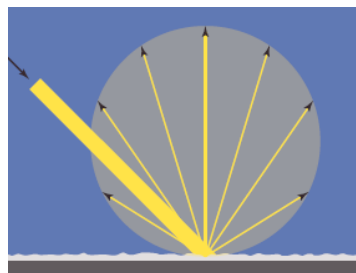


Fuente: Manual de iluminación Vial

2.3.4. REFLEXIÓN DIFUSA

Se produce cuando la luz que choca o incide sobre una superficie ordinaria y es desviado en todas las direcciones. La reflexión difusa se produce en superficies como las paredes y cielos rasos de yeso, la nieve, el papel blanco mate, etc.

Figura N° 9. Reflexión Difusa

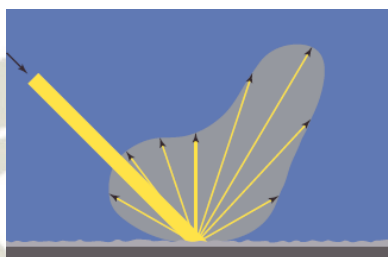


Fuente: Manual de iluminación Vial

2.3.5. REFLEXIÓN MIXTA

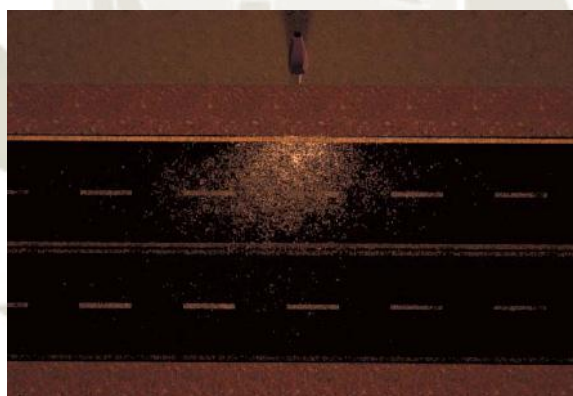
Reflexión intermedia entre la especular y la difusa, en la que parte del haz de luz incidente se refleja y parte de este se difunde. La reflexión mixta se presenta en el papel brillante, los metales no pulidos, las superficies barnizadas y pavimento mojado entre otros.

Figura N° 10. Reflexión Mixta



Fuente: Manual de iluminación Vial

Figura N° 11. El Pavimento mojado tiene reflexión mixta



Fuente: Manual de iluminación Vial

2.3.6. REFRACCION

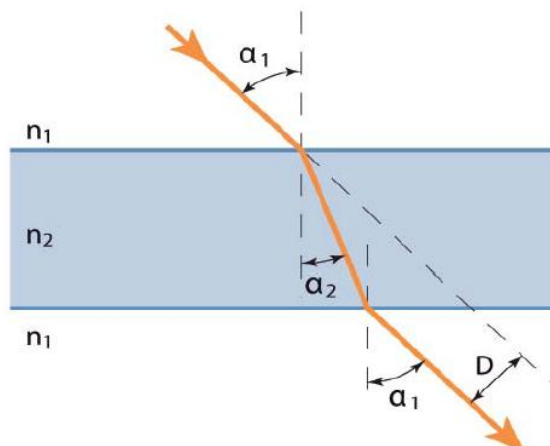
Ocurre cuando la luz es desviada de su trayectoria al atravesar la superficie de separación entre dos medios diferentes.

Existen dos leyes de refracción:

- 1) El rayo incidente, la normal y el rayo refractado se encuentran en el mismo plano.

- 2) Los senos de los ángulos de incidencia i y de refracción r son directamente proporcionales a las velocidades de propagación v_1 y v_2 de la luz en los respectivos medios (ley de Snell) (ESPARZA, 2015).

Figura N° 12. Refracción en el límite entre dos medios.



Fuente: Óptica y ondas, Aguirre, 2017.

$$n_1 \text{ sen } \alpha_1 = n_2 \text{ sen } \alpha_2$$

(Ec. 1)

$$\frac{\text{sen } \alpha_1}{\text{sen } \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

n_1 = índice de refracción del primer medio.

n_2 = índice de refracción del segundo medio.

α_1 = ángulo de incidencia.

α_2 = ángulo de refracción.

Cuando el primer medio es el aire. $n_1 = 1$ y la formula es: $\text{sen } \alpha_1 = n_2 \text{ sen } \alpha_2$

La distancia D en la Figura N°2.9 se conoce como desplazamiento. Este desplazamiento depende del ángulo de incidencia y del índice de refracción.

Cuando el rayo de incidencia es perpendicular a la superficie, la refracción y el desplazamiento equivalen a cero. La refracción cambia según la longitud de onda.

Las ondas cortas (como la azul y la violeta) se transmiten más que las ondas largas (como por ejemplo las rojas). Este fenómeno se utiliza para separar la luz blanca en sus colores componentes atravesando un prisma de refracción. El grado de la

separación del color que depende del ángulo de incidencia así como de las propiedades refractivas del material del prisma, se denomina dispersión (ESPARZA, 2015).

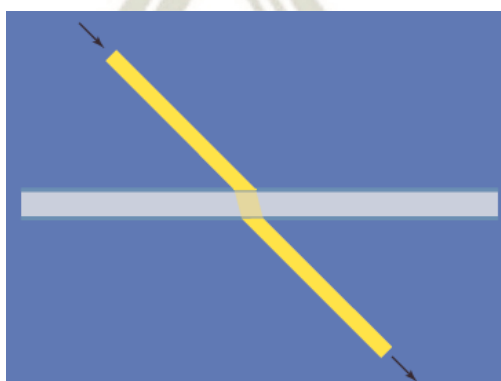
2.3.7. TRANSMISIÓN

La transmisión de la luz es su propagación a través de los cuerpos transparentes o translucidos. En este fenómeno, la dirección de los rayos luminosos queda modificada o se desplaza por refracción. Cuando la luz atraviesa un cuerpo translucido o transparente, parte de esta se pierde debido a la reflexión en la superficie del medio, y parte de ella es absorbida. La relación entre la luz incidente y la luz transmitida se denomina transmitancia del material. Se distinguen tres tipos de transmisión: regular, difusa y mixta (ESPARZA, 2015).

2.3.8. TRANSMISIÓN REGULAR

En este tipo de transmisión, el haz que incide sobre un material, lo atraviesa y sale de él sin desviarse. Los medios que cumplen esta propiedad, se les denomina cuerpos “transparentes” y permiten ver con nitidez los objetos colocados detrás de ellos (ESPARZA, 2015).

Figura N° 13. Transmisión regular

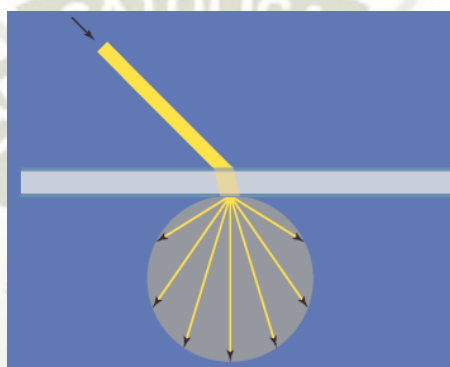


Fuente: Óptica y ondas, Aguirre, 2017.

2.3.9. TRANSMISIÓN DIFUSA

En la transmisión difusa el haz de luz que choca sobre el material, saliendo de este en múltiples direcciones. A estos materiales se les llama cuerpos “traslucidos”, siendo los más conocidos los cristales esmerilados así como los vidrios orgánicos opalizados. Los objetos colocados detrás de ellos no son distinguidos con precisión (ESPARZA, 2015).

Figura N° 14. Transmisión difusa

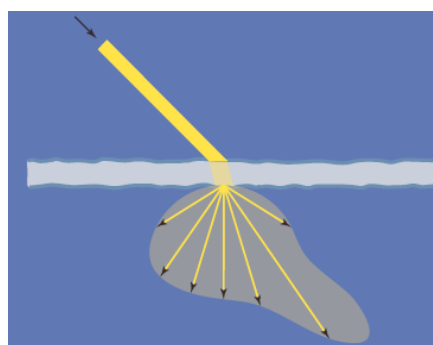


Fuente: Óptica y ondas, Aguirre, 2017.

2.3.10. TRANSMISIÓN MIXTA

Es una forma transición intermedia entre la transmisión regular y la transmisión difusa. Esta se presenta en vidrios soplados y cristales de superficie labrada. A pesar de que la difusión del haz de luz no es completa, los objetos no son claramente visibles detrás del mismo, pero sí su posición (ESPARZA, 2015).

Figura N° 15. Transmisión mixta



Fuente: Óptica y ondas, Aguirre, 2017.

2.3.11. ABSORCIÓN

Absorción es la transformación de la energía radiante en otra forma de energía, generalmente en forma de calor. La absorción es una característica de todas las superficies que no son completamente reflectoras, y de aquellos cuerpos o materiales que no son totalmente transparentes. La relación entre la luz incidente y la luz absorbida se denomina absortancia del material. La absorción de algunas longitudes de onda de luz se denomina absorción selectiva. En general, el color de los objetos le deben dicho color a la absorción selectiva (ESPARZA, 2015).

2.4. LEYES Y PRINCIPIOS DE LA LUMINOTECNIA

2.4.1. LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA

ESPARZA, (2015) menciona que desde una misma fuente de luz, los niveles de iluminación de distintas superficies colocadas normalmente a la dirección de la luz, son directamente proporcionales a la intensidad luminosa en esa dirección e inversamente proporcionales al cuadrado de las distancias entre dicha fuente y cada una de las superficies. Su fórmula es la siguiente:

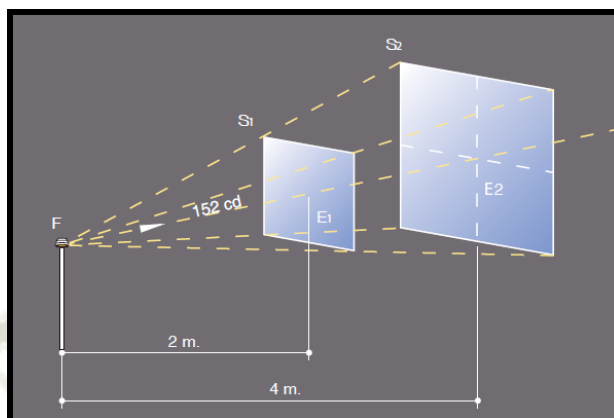
$$E = \frac{I}{d^2} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde “E” representa el nivel de iluminación en luxes (lx) I representa la intensidad de la fuente en candelas (cd) y "d", (m) es la distancia de la fuente de luz al plano receptor perpendicular. De esta manera se determina la relación de iluminancias E1 y E2 que hay entre dos planos separados por distancia d y D, de la fuente de luz respectivamente:

$$E_1 d^2 = E_2 D^2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{D^2}{d^2}$$

Figura N° 16. Refracción en el límite entre dos medios.



Fuente: Manual de iluminación Vial

Donde "E", representa el nivel de iluminación en luxes (lx) "I", representa la intensidad de la fuente en candelas (cd) y "d", (m) es la distancia de la fuente de luz al plano receptor perpendicular. De esta manera se determina la relación de iluminancias E1 y E2 que hay entre dos planos separados por distancia d y D, de la fuente de luz respectivamente: (ESPARZA, 2015)

Para la superficie que está a 2 m de distancia de la fuente luminosa, tenemos:

$$E_1 = \frac{1}{d_1^2} = \frac{152}{2^2} = 38 \text{ lux} \quad (\text{Ec. 3})$$

Para la superficie que está a 4 m de distancia de la fuente luminosa:

$$E_2 = \frac{1}{d_2^2} = \frac{152}{4^2} = 9.5 \text{ lux} \quad (\text{Ec. 4})$$

2.4.2. LEY DEL COSENO

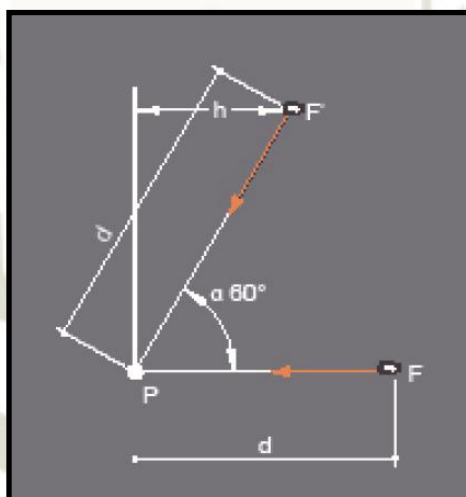
La iluminación de un punto cualquiera de una superficie, es directamente proporcional al coseno del ángulo de incidencia de los rayos luminosos en el punto iluminado. Cuando la dirección del flujo luminoso no es perpendicular a la superficie, se utiliza esta ley en la cual, la ley de la inversa del cuadrado de la distancia se multiplicará por el coseno del ángulo correspondiente, cuya expresión constituye la llamada ley del coseno y se expresa como:

$$E_1 = \frac{1}{d_1^2} \cos \alpha_1 \quad (\text{Ec. 5})$$

En el siguiente ejemplo (Figura 2.3) se representan dos fuentes de luz F y F' con igual intensidad luminosa "I" y a la misma distancia "d" del punto P. A la fuente F, con un ángulo de incidencia igual a cero, corresponde un $\cos(0) = 1$ y produce una iluminación en el punto P de valor:

$$E_1 = \frac{1}{d_1^2} \cos \alpha_1 = E_1 = \frac{1}{d_1^2} \quad (\text{Ec. 6})$$

Figura N° 17. Luminancia en un punto desde dos fuentes de luz con diferente ángulo de incidencia. (ESPARZA, 2015)



Fuente: Manual de iluminación Vial

De igual forma F' con un ángulo $\alpha = 60^\circ$ al que corresponde el $\cos 60^\circ = 0.5$ producirá en el mismo punto una luminancia de valor:

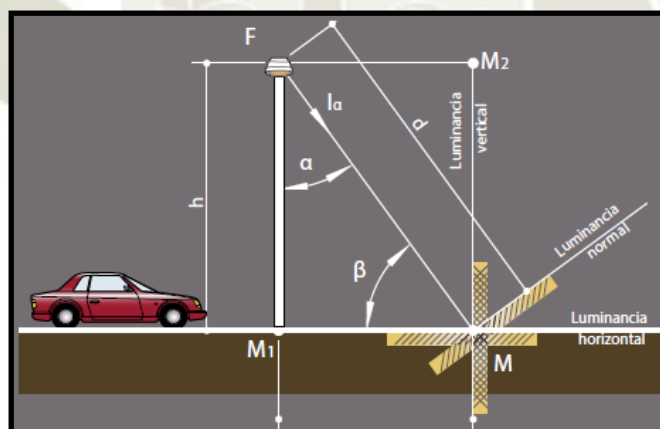
$$E_1 = \frac{1}{d_1^2} \cos 60^\circ = \frac{1}{d_1^2} (0.5) \quad (\text{Ec. 7})$$

En este sentido $E'_p = 0.5 * E_p$, es decir, para obtener la misma iluminación en el punto P, la intensidad luminosa de la fuente F' debe ser el doble de la fuente F. (ESPARZA, 2015)

2.4.3. LEY DEL CUBO DEL COSENO

La iluminación de un punto de un plano horizontal iluminado oblicuamente, es directamente proporcional a la intensidad luminosa emitida por el foco luminoso en esa dirección y al cubo del coseno del ángulo de incidencia e inversamente proporcional a la altura entre el plano horizontal donde se encuentra situado el foco y el plano horizontal que contiene el punto. En la práctica, generalmente no se conoce la distancia "d" del foco al punto considerado, sino su altura "h" a la horizontal del punto. Empleando una sencilla relación trigonométrica y sustituyendo está en la Ec. inicial, se obtiene una nueva relación en la cual interviene la altura h, a esta ley se le llama ley del cubo del coseno (ESPARZA, 2015).

Figura N° 18. Luminancia horizontal (Eh)



Fuente: Manual de iluminación Vial

Esta ley nos permite calcular la luminancia horizontal en cada punto de un plano iluminado, si contamos con la distribución polar de la intensidad luminosa de la fuente, la cual deben proporcionar los fabricantes de luminarias. (ESPARZA, 2015)

2.4.4. LEY DEL SENO

ESPARZA, (2015) sostiene que la luminancia de un punto situado en un plano vertical iluminado por un foco luminoso bajo un determinado ángulo de incidencia, es proporcional al seno del citado ángulo de incidencia. Se relaciona trigonométricamente con la ley del coseno de la siguiente manera:

Al ser los ángulos α y β parte del mismo triángulo rectángulo.

$$\alpha + \beta + 90^\circ = 180^\circ \text{ tenemos que } \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\cos \beta = \sin \alpha$$

Si sustituimos este valor en la ley del coseno tenemos:

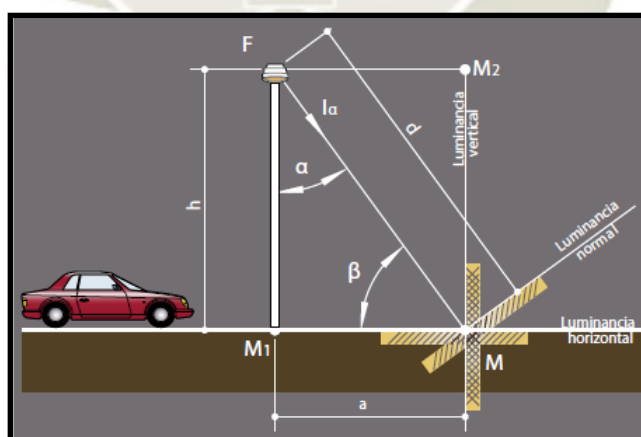
$$E_v = \frac{I\alpha}{d^2} \sin \alpha$$

(Ec. 8)

La misma Ec. en función de la altura tenemos:

$$E_v = \frac{I\alpha}{h^2} \cos^2 \alpha \sin \alpha$$

Figura N° 19. Luminancia Vertical (Ev)



Fuente: Manual de iluminación Vial

2.4.5. LEY DE LAMBERT

La luminancia de una superficie luminosa considerada como un punto, es constante en cualquier dirección que se considere. Existen superficies emisoras o difusas, que al observarlas desde distintos ángulos se tiene la misma sensación de

claridad. A estas superficies se les denomina emisores o difusores perfectos. Si L_0 es la luminancia según la normal y L_α la luminancia según el ángulo de observación α , se verifica que $L_\alpha = L_0$ para cualquier ángulo α . (ESPARZA, 2015)

$$L_0 = \frac{I_0}{S} \quad (\text{Ec. 9})$$

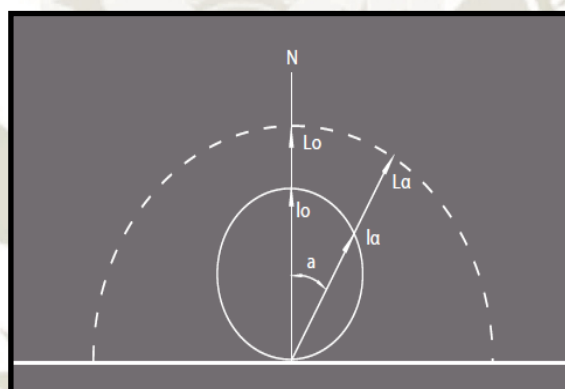
$$L_\alpha = \frac{I_\alpha}{S \cos \alpha}$$

Se cumple la siguiente Ec.:

$$I_\alpha = I_0 \cos \alpha \quad (\text{Ec. 10})$$

Esta relación se conoce como Ley de Lambert y solo la cumplen los emisores o difusores perfectos.

Figura N° 20. Invariabilidad de la luminancia con el ángulo de incidencia



Fuente: Manual de iluminación Vial

Esta Ley de Lambert, se puede aplicar para considerar algunas superficies luminosas como si fueran puntos. Un ejemplo es lo que ocurre con las lámparas incandescentes, donde en lugar de considerar la superficie del filamento, se puede considerar dicha lámpara como un punto situado en el centro de gravedad de dicho filamento (ESPARZA, 2015).

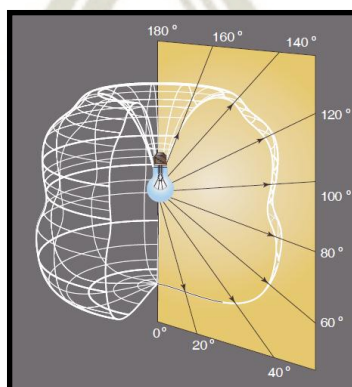
2.4.6. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE MAGNITUDES

Todas las magnitudes luminosas producidas por fuentes de luz, se representan mediante graficas determinadas por los fabricantes de las lámparas y luminarias. Se le denomina distribución luminosa al conjunto de la intensidad luminosa de una fuente de luz en todas las direcciones. Las fuentes de luz utilizadas en la práctica tienen una superficie luminosa más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de la fuente, presentando valores diversos en distintas direcciones. Hay equipos como el Goniofotometro con el que se puede determinar la intensidad luminosa de una fuente de luz en todas las direcciones del espacio con relación a un eje vertical. Si se representa por medio de vectores (I) la intensidad luminosa de una fuente de luz en las infinitas direcciones del espacio, se crea un volumen que representa el valor del flujo total emitido por la fuente el cual se define con la siguiente formula:

$$\phi = \int I d\phi \quad (\text{Ec. 11})$$

El sólido que se obtiene, es llamado solido fotométrico. En la Figura N°2.7 se aprecia el sólido fotométrico de una lámpara incandescente (ESPARZA, 2015).

Figura N° 21. Solido fotométrico de una lámpara incandescente

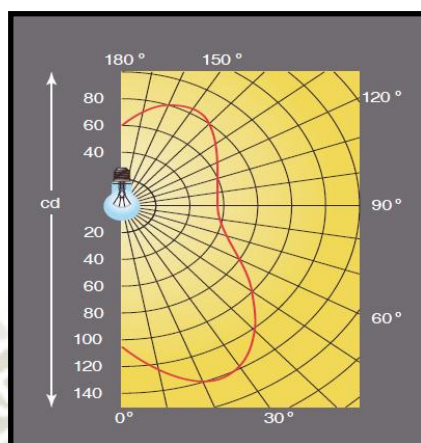


Fuente: Manual de iluminación Vial

Si se pasa un plano por el eje de simetría de la fuente luminosa, por ejemplo un plano meridional, se obtiene una sección limitada por una curva denominada curva

fotométrica o curva de distribución luminosa, como se observa en la siguiente Figura N°2.8.

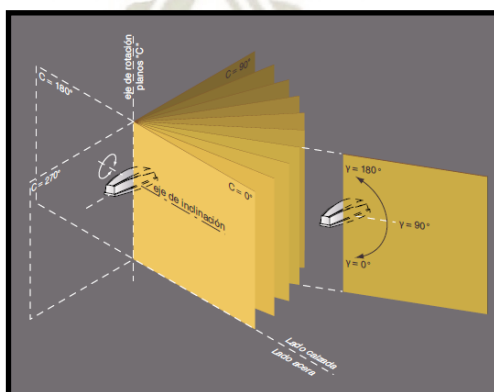
Figura N° 22. Curva fotométrica de una lámpara incandescente



Fuente: Manual de iluminación Vial

A través de la curva fotométrica de una fuente de luz, se puede determinar con exactitud la intensidad luminosa en cualquier dirección, aunque este dato necesario para algunos cálculos de iluminación. Las direcciones del espacio por las cuales se irradia una intensidad luminosa, se pueden determinar por dos coordenadas. Uno de los sistemas de coordenadas más usado para la obtención de curvas fotométricas es: “C- γ ” que se puede ver en la siguiente Figura N°2.9 (ESPARZA, 2015).

Figura N° 23. Sistema de coordenadas C - γ



Fuente: Manual de iluminación Vial

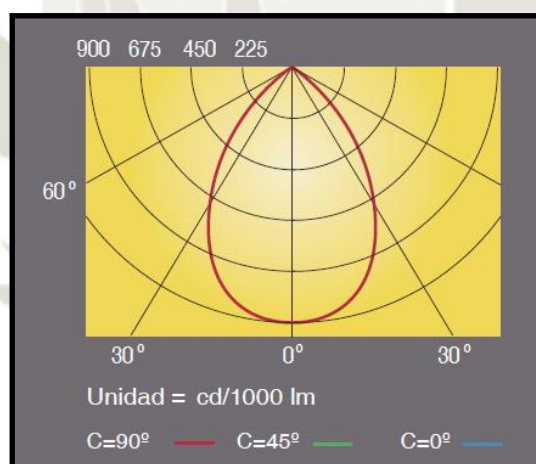
2.5. CURVAS DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA

Las curvas fotométricas se dan relacionadas a un flujo luminoso emitido de 1,000 lm y ya que el caso más general es que la fuente de luz emita un flujo superior, los valores de la intensidad luminosa correspondientes se obtienen mediante una regla de tres simple.

Cuando una lámpara se aloja en un reflector se distorsiona su flujo proporcionando un volumen cuya forma es distinta, ya que depende de las características propias del reflector. Por lo tanto, las curvas de distribución según los distintos planos son diferentes.

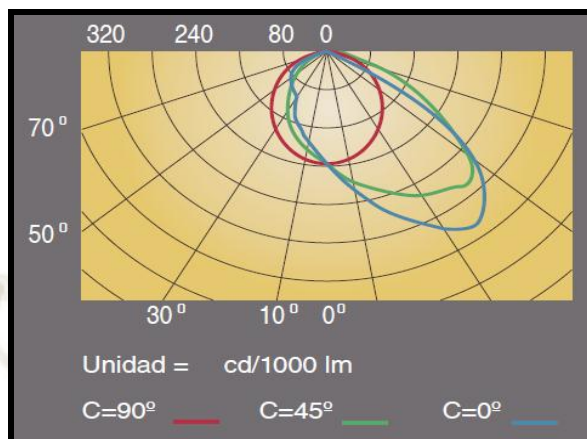
Las siguientes figuras, muestran dos ejemplos en los que se han representado las curvas de distribución de dos reflectores (ESPARZA, 2015).

Figura N° 24. Curva de distribución fotométrica simétrica



Fuente: Manual de iluminación Vial

Figura N° 25. Curva de distribución fotométrica asimétrica, cada plano tiene una curva diferente, por lo que es necesario conocer todos los planos.

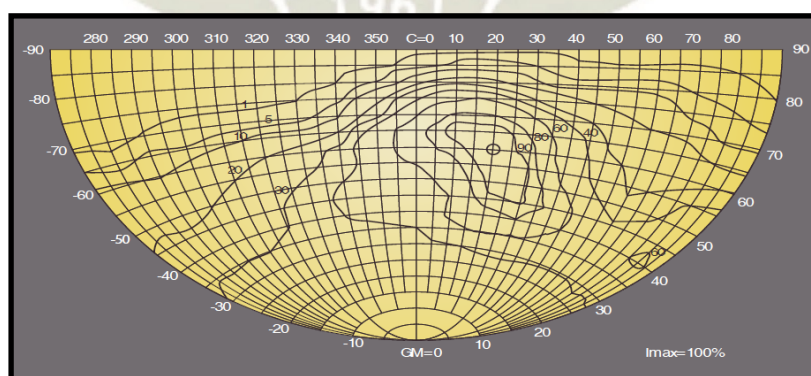


Fuente: Manual de iluminación Vial

2.6. CURVAS ISOCANDELAS

El diagrama de curvas isocandelas Figura N°2.12, es otro método para representar la distribución del flujo luminoso, el cual consiste en imaginar la luminaria en el centro de una esfera, en cuya superficie exterior se unen por una línea los puntos de igual intensidad. Generalmente las luminarias tienen un plano de simetría como mínimo, por lo que se desarrolla solamente una semiesfera (ESPARZA, 2015).

Figura N° 26. Curvas Isocandelas



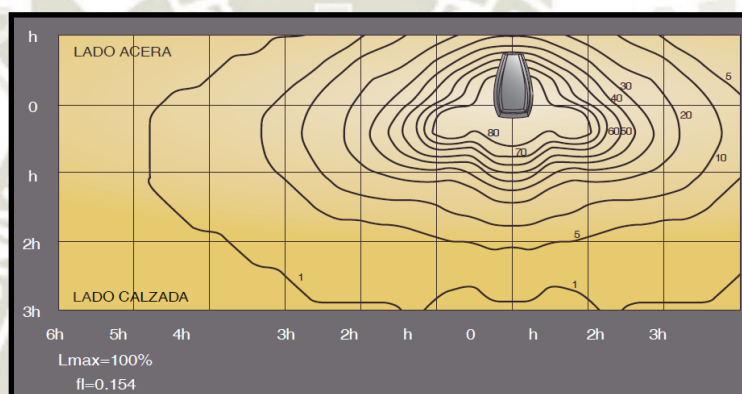
Fuente: Manual de iluminación Vial

Esta representación es más completa, pero con el inconveniente que se necesita una mayor experiencia para ser interpretada (ESPARZA, 2015).

2.7. CURVAS ISOLUX

El flujo emitido por una fuente luminosa, ofrece un nivel de iluminación (luminancia), en una superficie cuyos valores son medidos en lux. Al ser proyectados estos valores sobre un mismo plano y se unen por medio de una línea los de igual valor, da lugar a las Curvas Isolux. (ESPARZA, 2015)

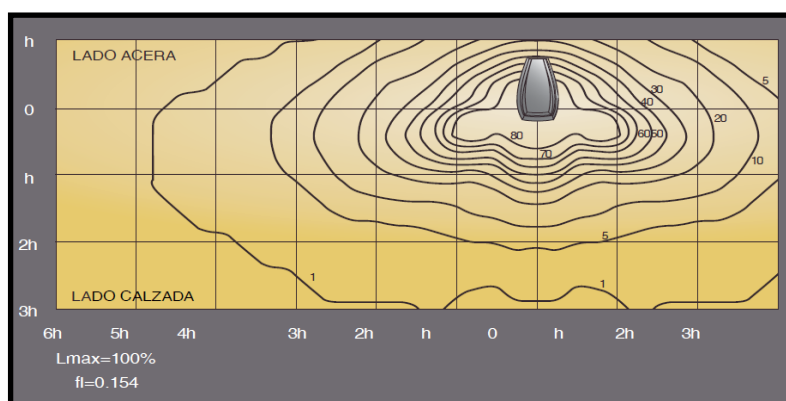
Figura N° 27. Curvas isolux



Fuente: Manual de iluminación Vial

En este tipo de curvas también se pueden representar varias luminarias. Ejemplo: tramos de calzadas en donde las curvas se interpolarían para dar diferentes lecturas en luxes.

Figura N° 28. Curvas Isolux con varias luminarias (Fuente: Luminotecnia, iluminación de interiores y exteriores)

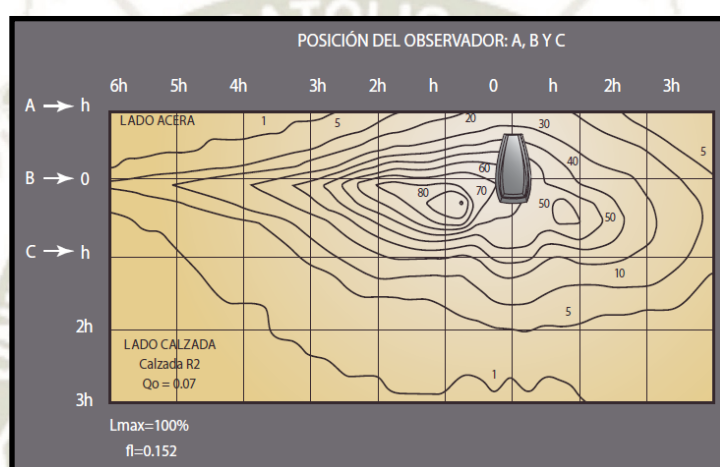


Fuente: Manual de iluminación Vial

2.8. CURVAS ISOLUMINANCIAS

Por último, las luminancias que dependen del flujo luminoso reflejado por una superficie en la dirección del observador. Los valores se miden en candelas por metro cuadrado (cd/m^2) y representa a través de las Curvas Isoluminancias (ESPARZA, 2015).

Figura N° 29. Curvas Isoluminancias



Fuente: Luminotecnia, iluminación de interiores y exteriores

2.9. MAPAS DE LUMINANCIA

El uso de mapas de luminancia para medir la calidad de la luz reflejada en el pavimento y los objetos dentro del campo visual del conductor, permiten comprobar de manera práctica un proyecto de alumbrado. A manera de recordatorio: la luminancia y la iluminancia, son diferentes maneras de cuantificar la distribución de la luz en el espacio. La luminancia describe la cantidad de luz que despidе o refleja un objeto, mientras que la Iluminancia describe la cantidad de luz que llega a dicho objeto. La luminancia, es lo que más se aproxima a lo que ve el ojo humano, pero la mayoría de los diseños y cálculos de alumbrado se basan en la iluminancia, porque en el pasado era la forma más fácil de hacer los cálculos para un proyecto. Actualmente, con el rápido desarrollo de la tecnología y el precio

relativamente barato de los equipos y programas de cómputo especializados, se pueden crear mapas de luminancia. Un mapa de luminancia, es la representación detallada de cientos o miles de valores de luminancia en cd/m^2 en un determinado campo visual. Este análisis permite estudiar los efectos del deslumbramiento, confort visual, el nivel de iluminación, la uniformidad de la luminancia y contaminación visual entre otros (ESPARZA, 2015).

Figura N° 30. Mapa de luminancia



Fuente: Manual de iluminación Vial

Transmisión: Es el fenómeno que se da cuando la luz cambia de dirección al atravesar un medio sólido, líquido o gaseoso y luego vuelve a cambiar al salir de este.

Absorción: Sucede cuando la luz blanca choca con un objeto. La luz reflejada por dicho objeto es la que el ojo percibe como color, mientras que el resto de los componentes de la luz son absorbidos. De esta forma, si el objeto refleja todos los componentes de la luz veremos a dicho objeto blanco, pero si los absorbe, los veremos negro (ESPARZA, 2015).

PROPIEDADES CROMÁTICAS

Las propiedades cromáticas de una fuente lumínica se miden en base a dos sistemas. Uno de ellos es la **Temperatura del color (T_c)**, la cual indica la

apariencia cromática de la luz y cuyos resultados son cuantitativos en términos de cantidad de violeta o rojo. El otro es el **Índice de Rendimiento de color (Ra)** el cual indica la apariencia de un objeto que está siendo iluminado, en términos cualitativos de reproducción de color.

TEMPERATURA DE COLOR

La temperatura de color (T_c) de una fuente lumínica es medida por su apariencia cromática y está basada en el principio según el cual, todos los objetos cuando aumentan su temperatura, emiten luz. El color de esa luz cambia dependiendo del incremento de la temperatura y es expresada en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). El color de la luz de un bombillo puede ser definido en términos de temperatura. Existen 3 categorías principales: (ESPARZA, 2015)

Tabla N° 2. Apariencia de color

Categoría de Apariencia de color	Apariencia de color	Temperatura de Color
1	Cálido	Por debajo o igual a 3300 $^{\circ}\text{K}$
2	Intermedio	De 3300 $^{\circ}\text{K}$ a 5000 $^{\circ}\text{K}$
3	Luz de día	Mayor o igual de 5000 $^{\circ}\text{K}$

Fuente: Manual de iluminación Vial

Cuando se dice que una lámpara tiene una temperatura de color de 3300 $^{\circ}\text{K}$, significa que un metal ardiente a 3300 $^{\circ}\text{K}$ producirá una luz del mismo color que la lámpara. Si el metal se calienta hasta 4100 $^{\circ}\text{K}$, generara una luz mucho más blanca. La luz solar directa corresponde a unos 5300 $^{\circ}\text{K}$, mientras que la luz diurna, mezclada con la luz del cielo es de unos 6000 $^{\circ}\text{K}$ o más. Una lámpara incandescente convencional tiene un filamento a 2700 $^{\circ}\text{K}$, y por definición una temperatura de color de 2700 $^{\circ}\text{K}$. Los parámetros de temperatura de color se refieren específicamente al color de la luz, mas no a su composición espectral que es decisiva para la reproducción de colores. De esta manera dos fuentes de luz

pueden tener un color similar y tener a su vez unas propiedades de reproducción cromática muy distintas (ESPARZA, 2015).

2.10. ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (RA – IRC)

Índice de reproducción cromática (IRC) es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal. Para obtener el valor de este índice existen tablas bajo la norma DIN 6169, las cuales hacen referencia a ciertas mediciones y sus rendimientos. Cuando la distribución del espectro luminoso sobre un cuerpo genera un color referente muy similar o idéntico al color original del cuerpo, se dice que su índice de rendimiento del color (Ra) es muy bueno; este es de 100.

Tabla N° 3. Temperatura rendimiento de color de acuerdo al tipo de iluminación.

FUENTE DE LUZ ARTIFICIAL	INDICE DE RENDIMIENTO (Ra- IRC)
Lámpara incandescente	100 (valor referencial)
Lámpara de luz mixta	60
Lámpara de mercurio	45-60
Lámpara de metal Halide	60-97
Lámpara de sodio de alta presión	21-25
Lámpara de sodio a baja presión	Nulp (monocromático)
Lámparas fluorescentes	65-97

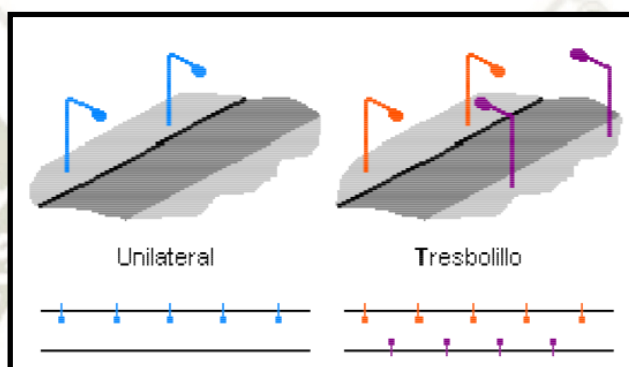
Fuente: Manual de Iluminación Vial

2.11. DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA VÍA

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas

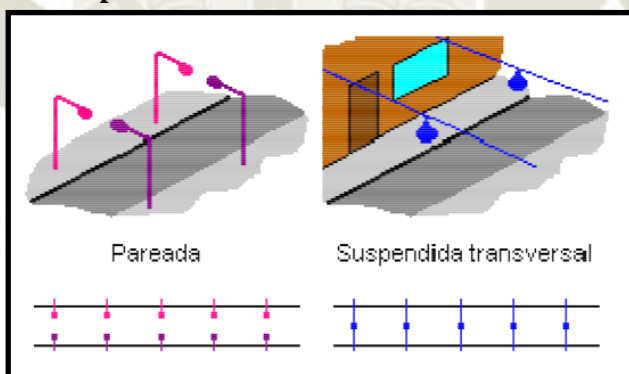
ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas. En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas (Fernandez s.f.).

Figura N° 31. Disposición de luminarias en carretera



Fuente: Manual de Iluminación Vial

Figura N° 32. Disposición de luminarias en distribución unilateral



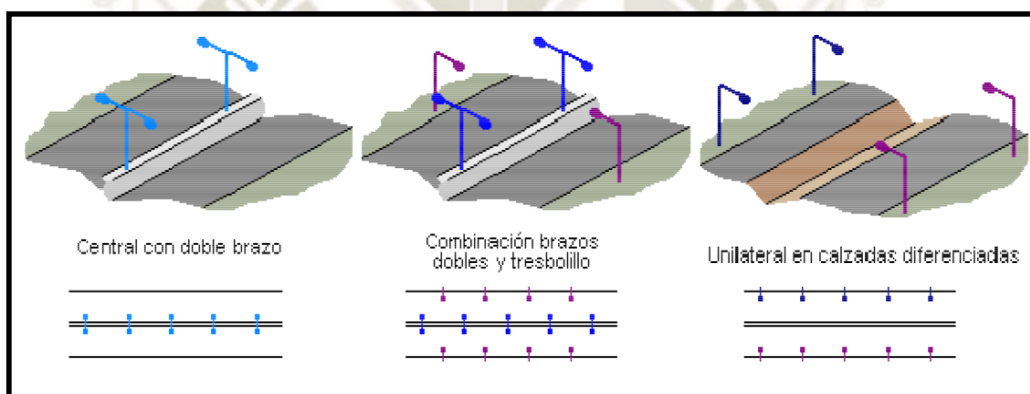
Fuente: Manual de Iluminación Vial

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5 (Fernandez s.f.).

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzada separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos

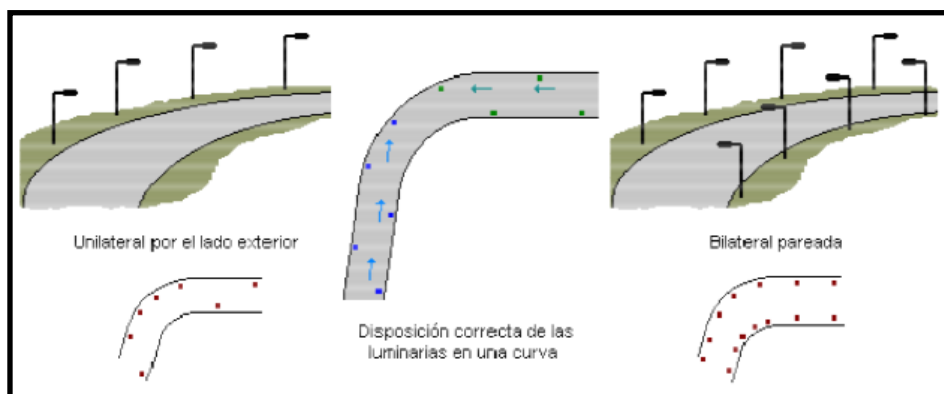
calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha (Fernandez s.f.).

Figura N° 33. Disposición de luminarias en carretera de doble vía.



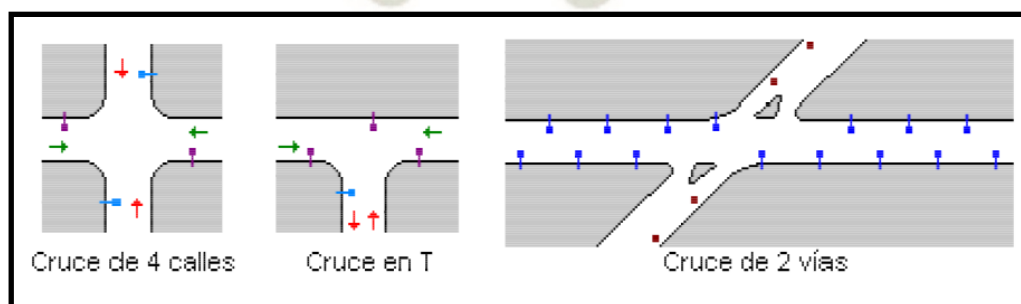
Fuente: Manual de Iluminación Vial

En tramos curvos las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ($R > 300$ m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera (Fernandez s.f.).

Figura N° 34. Disposición de luminarias en curvas.


Fuente: Manual de Iluminación Vial

En cruces conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme (Fernandez s.f.).

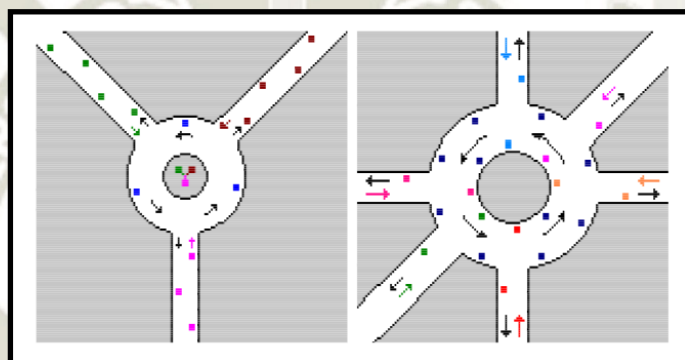
Figura N° 35. Disposición de luminarias en cruces


Fuente: Manual de Iluminación Vial

En las plazas y glorietas se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de

iluminación será por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen cuando abandonen la plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo. En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta (Fernandez s.f.).

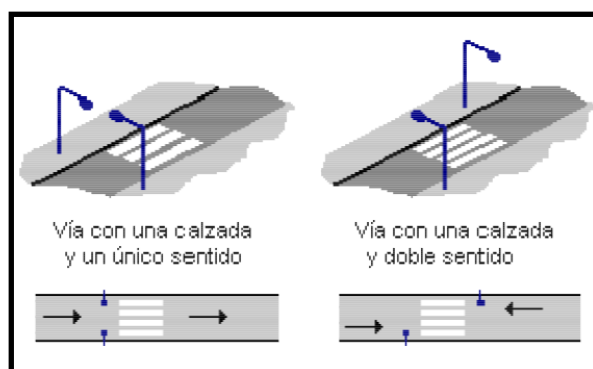
Figura N° 36. Disposición de luminarias en plazas y rotondas



Fuente: Manual de Iluminación Vial

En los pasos de peatones las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores (Fernandez s.f.).

Figura N° 37. Disposición de luminarias en calzadas con uno y dos sentidos

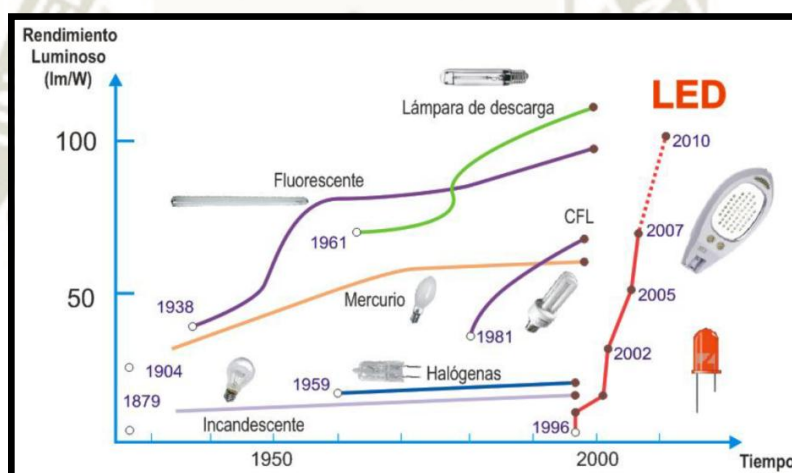


Fuente: Manual de Iluminación Vial

ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PERÚ

Es la iluminación de vías, parques y plazas públicas que garantiza la seguridad del tránsito peatonal y vehicular y 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. (Artículo 94° de la Ley de Concesiones Eléctricas) El servicio lo pagan todos los usuarios monto calculado de acuerdo al art. 184° del Reglamento de la Ley) (Osinergmin, 2017).

Figura N° 38. Evolución de las Tecnologías de Alumbrado.



Fuente: OSINERGMIN-Avances Tecnológicos en el Alumbrado Público

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 (Osinergmin, 2017)

TECNOLOGÍA LED

Fuente de luz La ELECTROLUMINISCENCIA es la conversión directa de la energía eléctrica en luz (LED se basa en este fenómeno), sin necesidad de un paso intermedio como en la descarga de un gas (FOTOLUMINISCENCIA) o como el calentamiento de un material (INCANDESCENCIA) (Sanchis, s.f.).

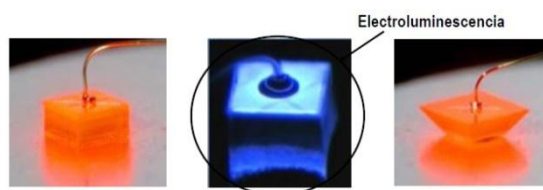
COMPONENTES BÁSICOS

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° (Sanchis, s.f.).

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 (Sanchis, s.f.).

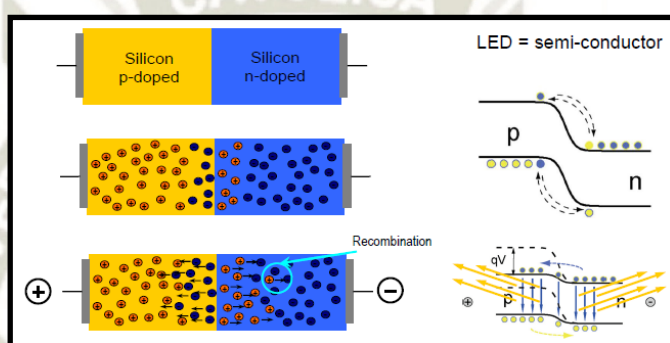
Disipador de calor: La principal causa de la depreciación del flujo luminoso es el calor producido en el interfaz de unión del LED, por el proceso de generación de la luz. Al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de la luz debe ser disipado por conducción o convección (Sanchis).

Figura N° 39. LED: Solid State Lighting



La luz esta emitida por un cuerpo sólido, no gas, ni por un filamento brillante.

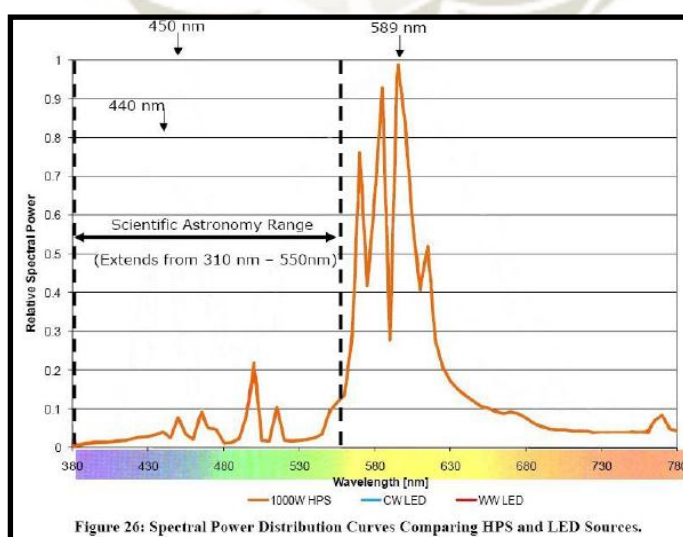
Figura N° 40. LED – Principio de emisión de luz.



Fuente: Manual de Iluminación Vial

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

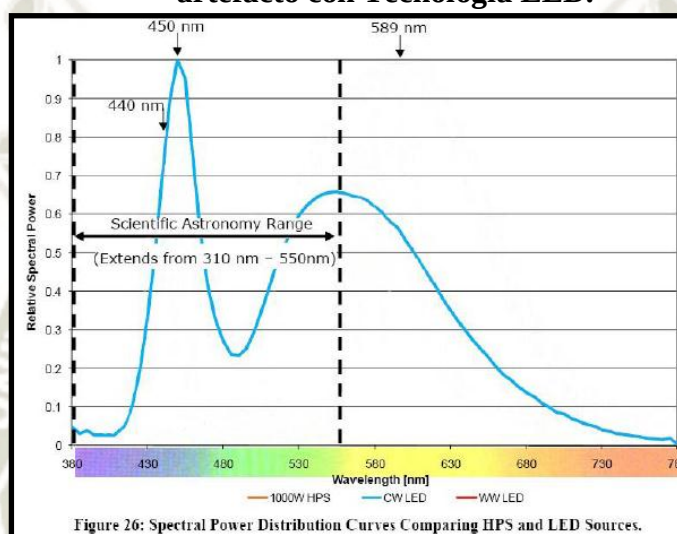
Figura N° 41. Comparación de Espectro Luminoso



Fuente: Manual de Iluminación Vial

- Espectro de distribución luminosa de una fuente generado por un artefacto con lámpara de vapor de sodio (Sanchis, s.f.).
- El pico de este espectro (589nm) se da en una zona que de noche no facilita la percepción del ojo humano.
- La zona de mejor visibilidad nocturna se da en el rango de 310nm a 550nm.

Figura N° 42. Comparación de Espectro Luminoso de fuente generado por un artefacto con Tecnología LED.



Fuente: Manual de Iluminación Vial

- Espectro de distribución luminosa de una fuente generado por un artefacto con Tecnología LED.
- El pico de este espectro (450nm) se da en una zona que es visible por el ojo humano (percibe mejor los colores) (Sanchis, s.f.).
- La zona de mejor visibilidad nocturna se da en el rango de 310nm a 550nm.

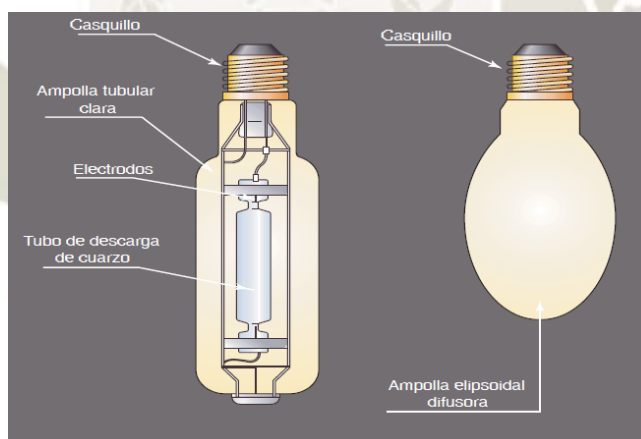
LAMPARAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Este capítulo se refiere únicamente a los tipos de lámparas más usados en la actualidad para los sistemas de alumbrado como son: lámparas de vapor de sodio de alta presión y lámparas de aditivos metálicos, mencionando las lámparas de vapor de sodio de baja presión (Farrás, s.f.).

LAMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS

Son lámparas de vapor de mercurio a alta presión que adicionalmente, contienen halogenuros de tierras raras como el Dysprosio (Dy), Holmio (Ho) y el Tulio (Tm). Estos haluros son en parte vaporizados cuando la lámpara alcanza su temperatura normal operativa. El vapor de haluros, se disocia posteriormente dentro de la zona central caliente del arco en halógeno y en metal, consiguiendo de esta manera aumentar considerablemente la eficacia luminosa y aproximar el color al de la luz diurna solar. Se utilizan diversas combinaciones de halogenuros (sodio, yodo, ozono) a los que se añade indio, litio, escandio, talio, etc (Farrás, s.f.).

Figura N° 43. Lámparas de halogenuros o aditivos metálicos



Fuente: Manual de Iluminación Vial

PARTES PRINCIPALES

TUBO DE DESCARGA:

Hecho de cuarzo puro. En ocasiones se aplica una capa blanca de óxido de circonio en la parte externa de las cavidades del electrodo, para aumentar en ese punto la temperatura de la pared (Farrás, s.f.)

ELECTRODOS:

Similares a los que lleva la lámpara de vapor de mercurio a alta presión.

AMPOLLA EXTERNA:

El vidrio externo de la ampolla de las lámparas de halogenuros está hecho de vidrio duro o de cuarzo. También las hay que no tengan ampolla externa.

SUPERFICIE INTERNA DE LAS AMPOLLAS:

Tienen forma oval poseen una capa de fosforo para convertir la radiación ultravioleta de la descarga en radiación visible. Sin embargo, los haluros empleados en la lámpara de halogenuro metálico producen solo una pequeña cantidad de ultra violeta principalmente esta irradiana en la zona de longitud de onda ultra violeta del espectro, donde la conversión en radiación visible es escasa (Farrás, s.f.).

GAS DE RELLENO EN EL TUBO DE DESCARGA:

El tubo de descarga contiene en su interior una mezcla de gases inertes (neón y argón o criptón - argón), una dosis de mercurio y los haluros apropiados de acuerdo con el tipo de lámpara (Farrás, s.f.).

GAS DE RELLENO EN LA AMPOLLA EXTERNA:

La ampolla externa de una lámpara de aditivo metálico cuyo tubo de descarga esta relleno de una mezcla de neón - argón, también debe estar rellena de neón para que la presión de neón que se encuentra dentro y fuera del tubo sea la misma. En caso de que el tubo de descarga este relleno de una mezcla criptón argón se puede utilizar nitrógeno en la ampolla externa, o esta última puede ser eliminada. Las condiciones de funcionamiento de las lámparas de aditivos metálicos son muy parecidas (Farrás, s.f.)

a las de vapor de mercurio convencionales, estando dispuestas para ser conectadas en serie con un balastro limitador de la corriente, necesitando un condensador de compensación. Debido a los aditivos, la tensión de encendido de estas lámparas es elevada, necesitando el empleo de un cebador o de un aparato de encendido con tensiones de choque de 0.8 a 5 KV. Las lámparas de aditivos metálicos en su gran mayoría, permiten un re-encendido inmediato con las lámparas en caliente (después de ser apagadas), a través del empleo de tensiones de choque de 35 a 60 KV, y de no ser así (Farrás, s.f.).

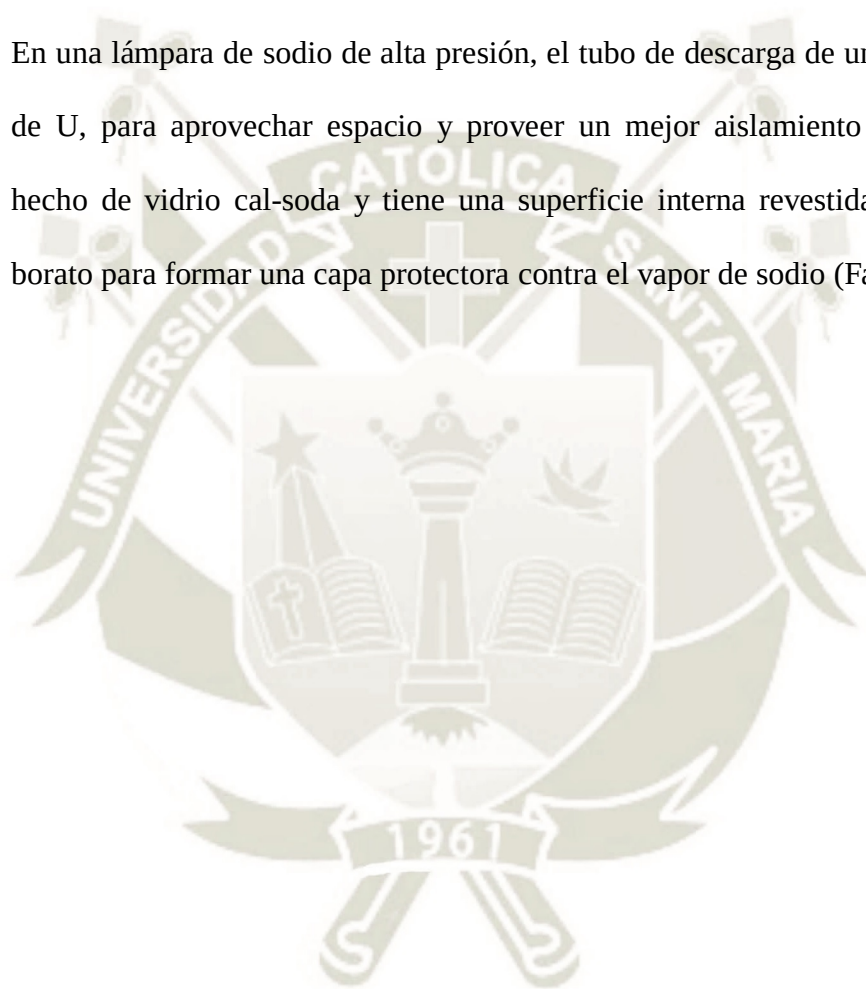
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En una lámpara de sodio de baja presión, el tubo de descarga es en general en forma de U y está contenida en una cubierta exterior de vidrio tubular vacío, con capa de óxido de indio en la superficie interna. El vacío junto con la capa la cual actúa como un reflector selectivo de infrarrojo, ayuda a mantener la pared del tubo de descarga a una temperatura de trabajo adecuada. Estas medidas son necesarias para que cuando se condensa el sodio, se deposita en hendiduras del vidrio, se evapora con una pérdida mínima de calor; debido a eso, se logra la mayor eficiencia luminosa posible. El gas neón contenido dentro de la lámpara, sirve para iniciar la descarga y para desarrollar el calor suficiente como para vaporizar el sodio. Esto es debido a la luminiscencia rojoanaranjado durante los primeros minutos de funcionamiento. El sodio metálico se evapora en forma gradual, debido a eso se produce la característica luz amarilla monocromática, con líneas de 589 nm y 589.6 nm en el espectro. El color rojo, que en principio se produce por la descarga de neón, se suprime enérgicamente durante el funcionamiento porque los potenciales de excitación y de ionización de sodio son mucho menores que los del neón. La lámpara alcanza su flujo luminoso

establecido en aproximadamente diez minutos. En caso de que el suministro de alimentación se interrumpa momentáneamente, volverá a encender de forma inmediata ya que la presión de vapor es bastante baja y el voltaje aplicado suficiente como para restablecer el arco.

TUBO DE DESCARGA

En una lámpara de sodio de alta presión, el tubo de descarga de una es en forma de U, para aprovechar espacio y proveer un mejor aislamiento térmico. Este hecho de vidrio cal-soda y tiene una superficie interna revestida de vidrio de borato para formar una capa protectora contra el vapor de sodio (Farrás, s.f.).



CAPITULO III

3. CALCULOS DE INGENIERIA

3.1. CALCULOS ELÉCTRICOS

GENERALIDADES

Según CODENSA (s.f.) los cálculos Eléctricos de las Redes de Baja Tensión comprenden el Cálculo de la caída de tensión y la determinación apropiada de los calibres de los Conductores.

Tabla N° 4. Factores Considerados en el Diseño

FACTORES	SERVICIO PARTICULAR	ALUMBRADO PUBLICO
Máxima Caída de Tensión	5% de Vn	5% de Vn
Factor de Potencia	0.9	0.9
Factor de Simultaneidad	0.5-0.6	1

Fuente: elaboración propia

El sistema adoptado es el subterráneo con una tensión nominal de 380/220 voltios, trifásico, tres conductores de fase, uno de alumbrado y uno neutro; la disposición de los conductores es como se muestra en el gráfico siguiente:

Tabla N° 5. Características de la Red

CARACTERISTICAS DE LA RED ELECTRICA	MAGNITUD
Tensión	380/220 V
Frecuencia	60 HZ
Factor de Potencia	0.9
Sistema de servicio Particular	Trifásico
Sistema de Alumbrado Publico	Monofásico
Conductores	Cobre NYY

Fuente: elaboración propia

3.2. CALCULOS DE LA CAIDA DE TENSION

La forma para cálculo de líneas subterráneas es la siguiente

$$\Delta V = (K)(I)(L)10^{-3} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

I:Corriente que recorre el circuito en Amperios.

L:Longitud del tramo

K:Factor de caída de tensión.

Para circuitos trifásicos:

$$K = \sqrt{3}(r_1 \cos(\alpha) + x_1 \sin(\alpha)) \quad (\text{Ec. 13})$$

Para circuitos monofásicos:

$$K = 2(r_2 \cos(\alpha) + x_2 \sin(\alpha)) \quad (\text{Ec. 14})$$

3.3. CALCULOS DE ILUMINACIÓN

De acuerdo a las normas técnicas DGE “Alumbrado de Vías públicas en zonas de Concesión de distribución “RM N° 013-2003 – EM / DM, la zona a iluminar se determina de acuerdo a los siguientes puntos de alimentación resultantes de acuerdo a lo siguiente.

$$CMAP = (KALP)(UN) \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

CMAP:Consumo mensual de alumbrado público en KWh.

KALP:Factor de AP en KWh/usuario – mes (sector de distribución) Típico 4=4.61

UN:Número de usuarios

El número de puntos de iluminación se determina de acuerdo a la siguiente formula:

$$PI = (CMAP)/(0.360(PPL)) \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde:

PI:Puntos de iluminación

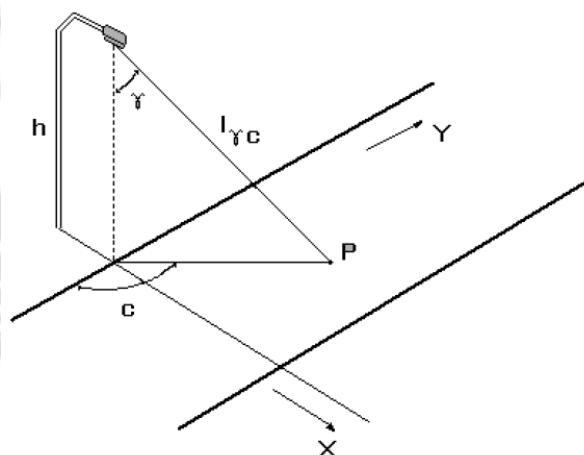
CMAP:Consumo mensual de alumbrado público en KWh.

PPL:Potencia Nominal Promedio de lámparas de AP en watt.

3.4. CALCULO DE ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO

El valor de la iluminancia horizontal relativa en un punto **P** sobre la vía es igual a la suma de las iluminancias parciales producidas sobre el punto **P** por todas las luminarias. La iluminancia puntual se calcula con la siguiente relación:

Figura N° 44. Cálculos de Iluminancia Punto por Punto



Fuente: Manual de Iluminación Vial

Iluminación en el punto **P** utilizando coordenadas

$$E_p = \sum_{i=1}^n \frac{I_{\gamma} C}{h^2} (\cos(\gamma))^3$$

(Ec. 17)

Donde:

E_p : Iluminancia total en el punto P (lux)

$I_{\gamma} C$: Intensidad luminosa de la luminaria que llega al punto P en el sistema de coordenadas

n : Numero de luminarias

h : Altura de montaje

3.5. CALCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA

El Cálculo de la Iluminancia Media se realiza una vez calculado los valores de las iluminancias puntuales en la red de cálculo sobre una parte de la vía, y esta se calcula con la siguiente relación:

$$E_{med} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n E_p \quad (\text{Ec. 18})$$

Donde:

E_{med} : Iluminancia media (Lux)

E_p : Valor de la iluminancia en el punto P (lux)

p : Número total de puntos calculados.

3.6. CALCULO DE FACTORES DE ILUMINANCIA

Uniformidad General (U_g):

$$U_g = \frac{E_{min}}{E_{max}} \quad (\text{Ec. 19})$$

Uniformidad Media (U_m):

$$U_g = \frac{E_{min}}{E_{max}} \quad (\text{Ec. 20})$$

Uniformidad Longitudinal (U_l):

$$U_l = \frac{E_{minl}}{E_{maxl}} \quad (\text{Ec. 21})$$

Uniformidad Transversal (U_t):

$$U_t = \frac{E_{mint}}{E_{maxt}} \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde:

E_{min} : Iluminancia mínima (Lux)

E_{max} : Iluminancia Máxima (Lux)

E_{mini} : Iluminancia mínima en el eje horizontal (Lux)

E_{maxl} : Iluminancia máxima en el eje horizontal (Lux)

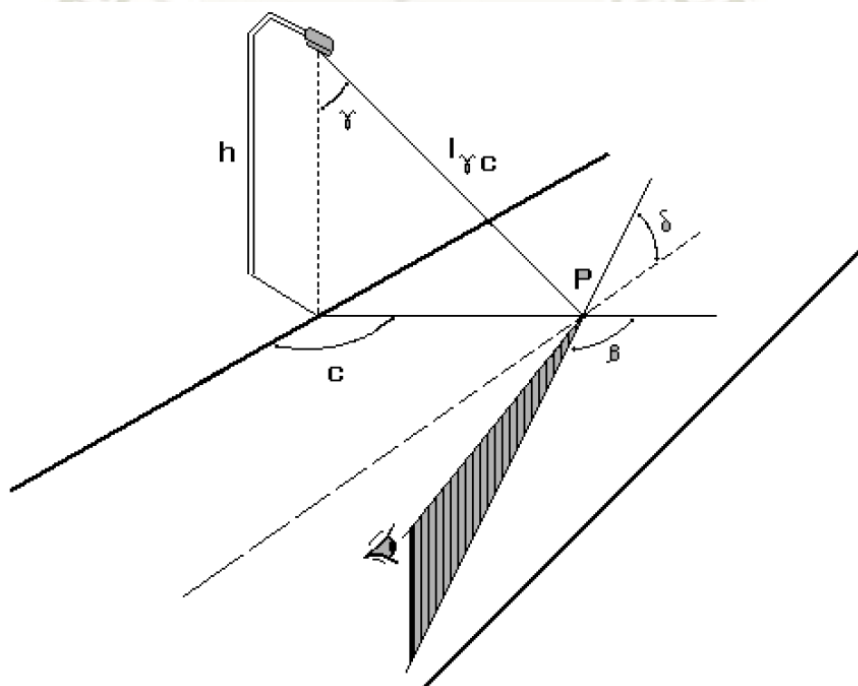
E_{mint} : Iluminancia mínima en el eje Transversal (Lux)

E_{maxt} : Iluminancia máxima en el eje Transversal (Lux)

3.7. CALCULO DE LA ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO

La luminancia en un punto P de una calzada es la suma de las luminancias parciales debido a todas las luminarias que tienen influencia sobre dicho punto. La luminancia total en el punto P se calcula con la siguiente relación:

Figura N° 45. Cálculo de la Iluminancia punto por punto



Fuente: Manual de Iluminación Vial

Luminancia en punto P utilizando coordenadas C - γ y el coeficiente de luminancia en función β , δ .

3.8. CALCULO DE LA LUMINANCIA MEDIA

Una vez calculado los valores de las luminancias puntuales sobre una zona de la calzada de la red de cálculo, la Luminancia Media sobre dicha zona se obtiene de la siguiente relación:

$$L_{med} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n L_p$$

Ec. 23

Donde:

L_{med} : Luminancia media (Cd/m^2)

L_p : Valor de la luminancia en el punto P

p : Número total de puntos calculados.

CALCULO DE FACTORES DE LUMINANCIA

Uniformidad General (U_g):

$$U_g = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

(Ec. 24)

Uniformidad Media (U_m):

$$U_m = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

(Ec. 25)

Uniformidad Longitudinal (U_l):

$$U_l = \frac{L_{minl}}{L_{maxl}}$$

(Ec. 26)

Uniformidad Transversal (U_t):

$$U_t = \frac{L_{mint}}{L_{maxt}}$$

(Ec. 27)

Donde:

L_{min} : Luminancia mínima (Cd/m^2)

L_{max} : Luminancia Máxima (Cd/m^2)

L_{minl} : Luminancia mínima en el eje horizontal (Cd/m^2)

L_{maxl} : Luminancia máxima en el eje horizontal (Cd/m^2)

L_{mint} : Luminancia mínima en el eje Transversal (Cd/m^2)

L_{maxt} : Luminancia máxima en el eje Transversal (Cd/m^2)

INCREMENTO DE UNBRAL (TI)

$$TI = 65 \left[\frac{L_v}{(L_{med})^{0.8}} \right] \quad (\text{Ec. 28})$$

Donde:

L_v : Luminancia equivalente de velo para un observador mirando directamente hacia adelante en una dirección paralela al eje de la vía y debajo de la horizontal (Cd/m^2)

L_{med} : Luminancia Media en la superficie de la Vía (Cd/m^2).

INDICE DE DESLUMBRAMIENTO (G)

$$G = SLI + 0.97 \log(L_{med}) + 4.4 \log(h') - 1.46 \log(P) \quad (\text{Ec. 29})$$

Donde:

SLI : Índice específico de la luminaria

L_{med} : Luminancia Media en la superficie de la Vía (Cd/m^2)

h' : Distancia entre el plano a nivel del ojo y el plano a nivel de luminarias (m)

P : Numero de luminarias por Km de longitud de la vía.

Tabla N° 6. Bases de Cálculo

BASES DE CALCULO	
Factor de simultaneidad	1
Factor de Potencia	0.9
Factor de Mantenimiento	0.8
Tensión Nominal (Vn)	380/220
Máxima caída de tensión	5% Vn

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Relación entre la separación y los puntos de Luz

ILUMINACION MEDIA-LUX	RELACION SEPARACION/ALTURA	UNIFORMIDAD	APLICACIONES
$2 \leq E_a < 7$	4 a 5 excep, (6)	0.15 a 0.2	Vías comerciales sin traf. Rodado vías residenciales poco traf rodado vías industriales (secundarias)
$7 \leq E_a < 15$	3.5 a 4	0.2 a 0.25	Vías comerciales sin traf. Rodado vías principales plazas y paseos de vías residenciales con traf. rodado
$15 \leq E_a \leq 30$	2 a 3.5	0.25 a 0.30	Grandes plazas vías importantes vías comerciales de lujo y otros

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8. Niveles de iluminación y luminancia

TIPO	ILUMINACION		LUMINANCIA	
	MEDIA (LUX)	UNIFORMIDAD MEDIA	MEDIA Cd/m ²	UNIFORMIDAD MEDIA
I	30-40	≥ 0.40	1-2, 0.9-1	0.45
II	20-40	≥ 0.40		
III	10-20	0.25-0.35		
IV	5-10	≥ 0.15		
V	2-6	≥ 0.15		

Fuente: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>

Tabla N° 9. Cuadro resumen de los niveles de alumbrado público

	ILUMINANCIA							LUMINANCIA						
	E _{med}	E _{max}	E _{min}	U _o	U _m	U _l	U _t	L _{med}	L _{max}	L _{min}	U _o	U _m	U _l	U _t
Calles y/o Av.	LUX	LUX	LUX					Cd/m	Cd/m	Cd/m				
Calles Prin.	10.00	42.77	0.28	0.00	0.00			0.89	2.91	0.09	0.02	0.06	0.02	0.21
Calles Sec.	10.56	30.17	0.26	0.01	0.02			0.94	1.98	0.86	0.03	0.06	0.03	1.00

Fuente: Elaboración propia

Donde:

 E_{med} : Iluminancia media (Lux)

 E_{min} : Iluminancia mínima (Lux)

 E_{max} : Iluminancia Máxima (Lux)

 U_o : Uniformidad general

 U_m : Uniformidad media

 U_l : Uniformidad longitudinal

 U_t : Uniformidad transversal

 L_{med} : Luminancia media (Cd/m^2)

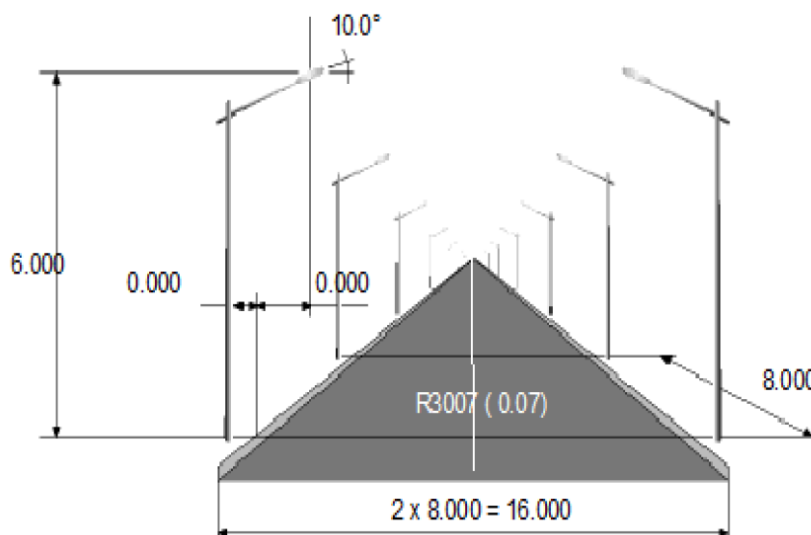
 L_{min} : Luminancia mínima (Cd/m^2)

 L_{max} : Luminancia Máxima (Cd/m^2)

Figura N° 46. Cálculo de iluminación de puentes

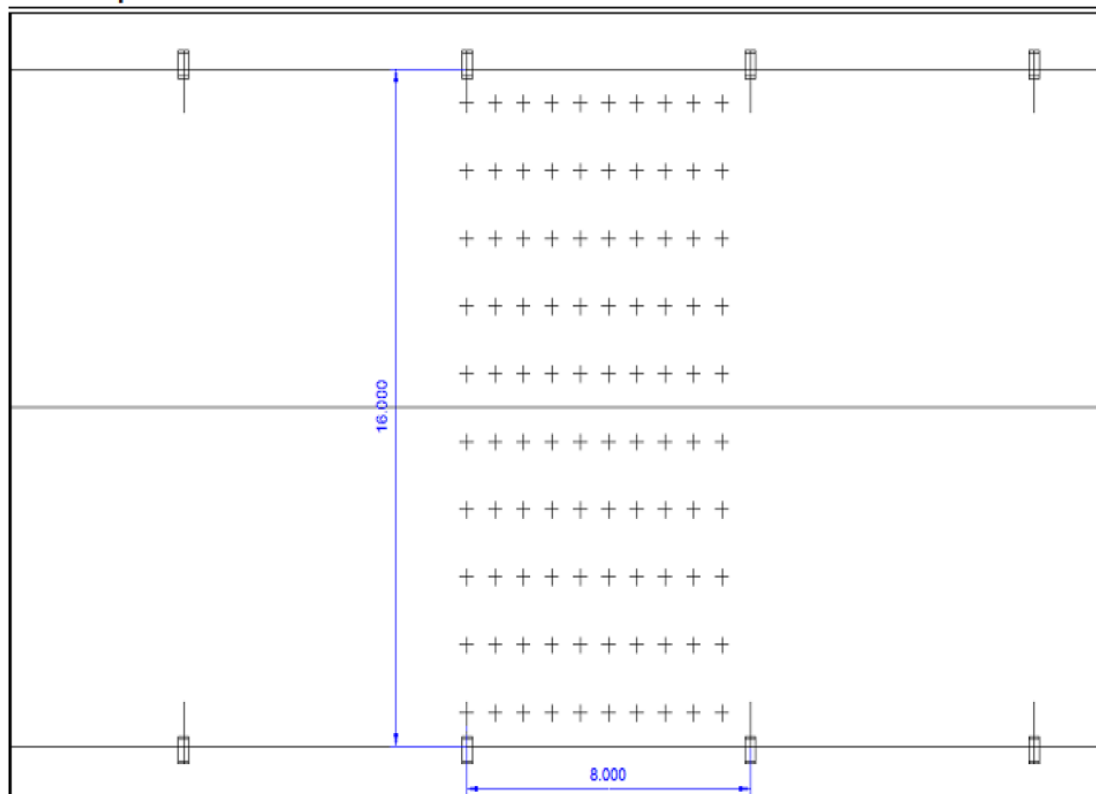
Proyecto			
Información general : Norma C.I.E. 30.2			
Detalles de la carretera			
Disposición : 	Conducción : 	Sentido : 	
Número de : 2	Ancho de carril : 8.000 m	Ancho de : 16.000 m	
Tabla R : R3007	Qo : 0.070		
Detalles de las luminarias			
Interdistancia : 8.000 m	Altura : 6.000 m	Retranqueo : 0.000 m	Retroceso : 0.000 m
Inclinación : 10.0 °			
Tipo : NANO 1		Protector : VIDRIO LISO CURVO	290281 
Reflector : 2050		Configuración : -18.0/78.0/11.0° (B)	
Fuente : CDO-TT	Potencia : 70 W	Flujo : 6.3 klm	FM : 0.70
Resumen			
♦ Calzada principal			
Lmed : 2.40 cd/m²	Uo : 51.4 %	TI : 8.3 %	
♦ Uniformidades longitudinales			
UI (1) : 89.3 %	UI (2) : 89.3 %		
Esquema			

LA NO 1/VIDRIO LISO CURVO/2050/CDO-TT/70/-18.0/78.0/11.0° (B)

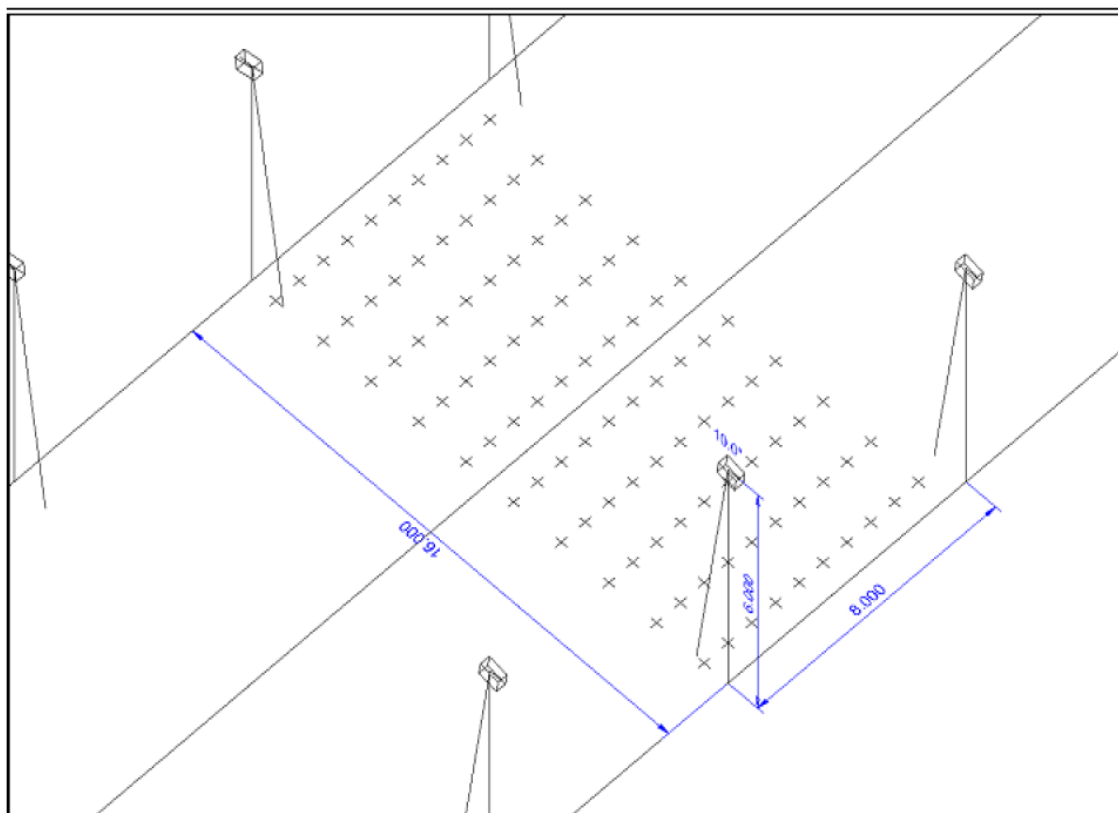


Proyecto

Vista en planta



Vista en 3D



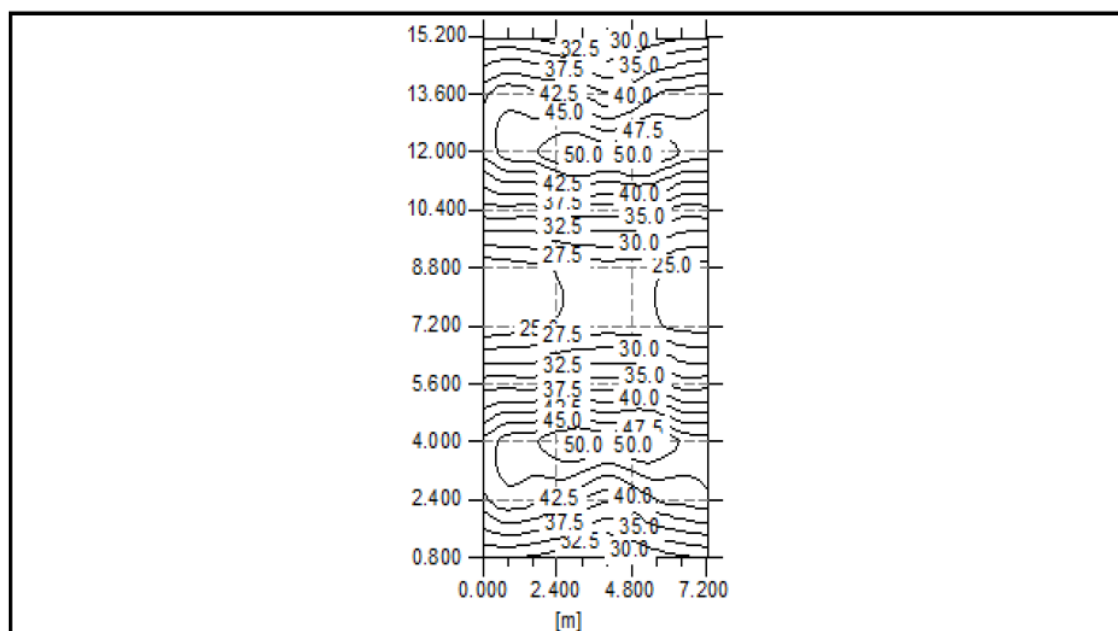
Proyecto

Resultados de las mallas

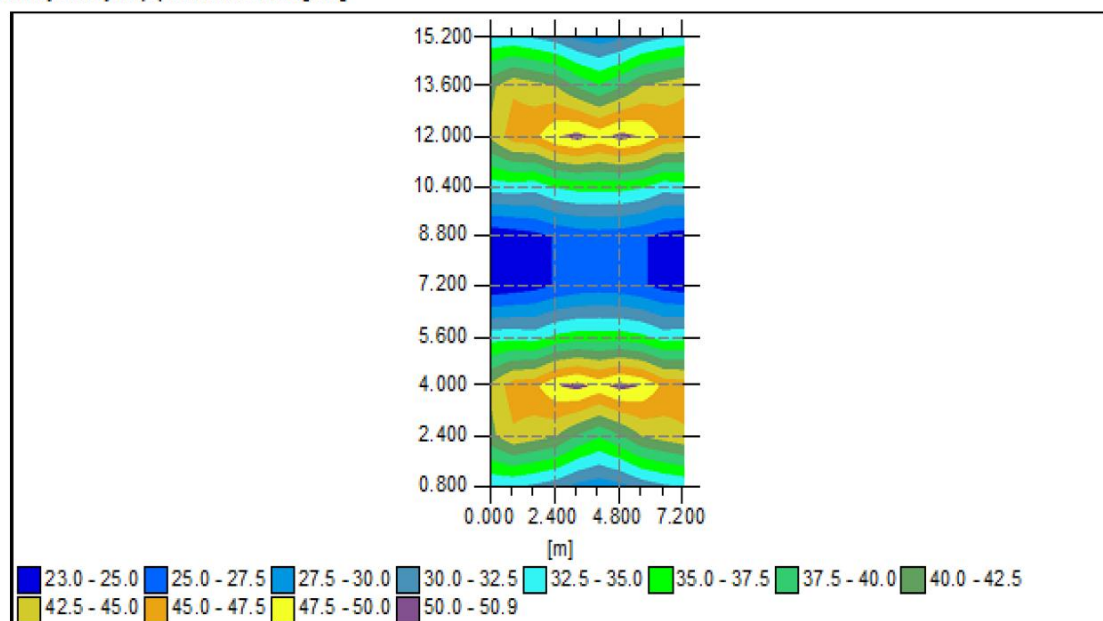
Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

Mín :	23.0	lux	Med :	36.2	lux	Máx :	50.9	lux	Uo :	63.6	%	Ug :	45.2	%
15.200	33.0	33.0	32.3	31.2	29.5	28.7	29.5	31.2	32.3	33.1				
13.600	41.9	44.6	43.7	42.7	39.9	37.9	39.9	42.7	43.7	44.6				
12.000	43.1	46.3	46.9	49.8	50.9	49.2	50.9	49.8	47.0	46.4				
10.400	33.8	33.9	33.6	35.3	36.0	36.0	36.0	35.4	33.6	34.0				
8.800	23.0	23.5	24.2	25.2	26.0	26.2	26.0	25.3	24.3	23.6				
7.200	23.0	23.5	24.2	25.2	26.0	26.2	26.0	25.3	24.3	23.6				
5.600	33.8	33.9	33.6	35.3	36.0	36.0	36.0	35.4	33.6	34.0				
4.000	43.1	46.3	46.9	49.8	50.9	49.2	50.9	49.8	47.0	46.4				
2.400	41.9	44.6	43.7	42.7	39.9	37.9	39.9	42.7	43.7	44.6				
0.800	33.0	33.0	32.3	31.2	29.5	28.7	29.5	31.2	32.3	33.1				
Y/X	0.000	0.800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200				

Malla principal (1) : Iluminancia [lux]



Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

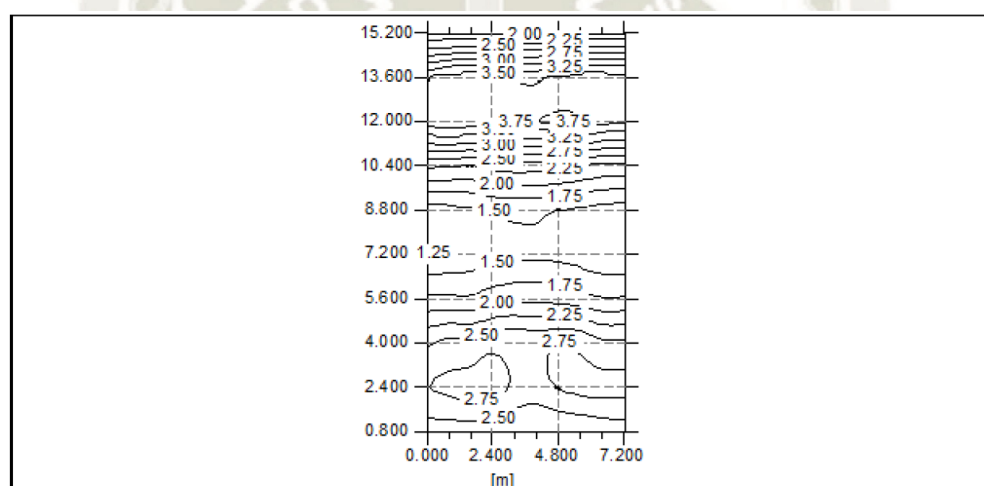


Proyecto

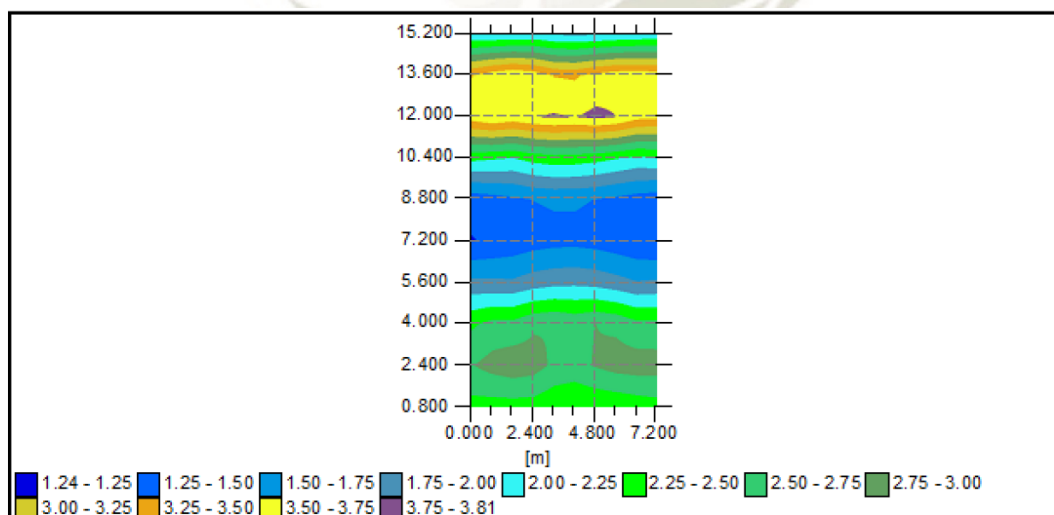
Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 4.000; 1.500) [cd/m²]

Mín :	1.24	cd/m²	Med :	2.40	cd/m²	Máx :	3.81	cd/m²	Uo :	51.4	%	Ug :	32.5	%	%
15.200	2.02	2.01	2.04	2.05	1.99	1.96	1.98	2.02	2.04	2.08					
13.600	3.49	3.65	3.74	3.66	3.49	3.47	3.59	3.67	3.68	3.66					
12.000	3.62	3.73	3.65	3.74	3.78	3.75	3.81	3.75	3.58	3.55					
10.400	2.31	2.27	2.24	2.34	2.39	2.37	2.33	2.26	2.19	2.21					
8.800	1.34	1.39	1.44	1.50	1.53	1.53	1.49	1.44	1.38	1.34					
7.200	1.24	1.28	1.33	1.39	1.42	1.43	1.40	1.35	1.29	1.26					
5.600	1.81	1.80	1.79	1.88	1.93	1.94	1.91	1.84	1.77	1.79					
4.000	2.46	2.58	2.57	2.71	2.75	2.68	2.75	2.70	2.56	2.56					
2.400	2.74	2.85	2.91	2.86	2.70	2.66	2.77	2.86	2.88	2.87					
0.800	2.41	2.39	2.40	2.39	2.30	2.26	2.28	2.31	2.36	2.40					
Y/X	0.000	0.800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200					

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 4.000; 1.500) [cd/m²]



Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 4.000; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (2) : Uniformidades longitudinales (< -60.000; 4.000; 1.500) [cd/m²]

Mín :	2.46	cd/m²	Med :	2.63	cd/m²	Máx :	2.75	cd/m²	Uo :	93.4	%	Ug :	89.3	%
4.000	2.46	2.58	2.57	2.71	2.75	2.68	2.75	2.70	2.56	2.56				
Y/X	0.000	0.800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200				

Centro del carril 2 (3) : Uniformidades longitudinales (< -60.000; 12.000; 1.500) [cd/m²]

Mín :	2.46	cd/m²	Med :	2.63	cd/m²	Máx :	2.75	cd/m²	Uo :	93.4	%	Ug :	89.3	%
12.000	2.46	2.58	2.57	2.71	2.75	2.68	2.75	2.70	2.56	2.56				
Y/X	0.000	0.800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200				

Proyecto

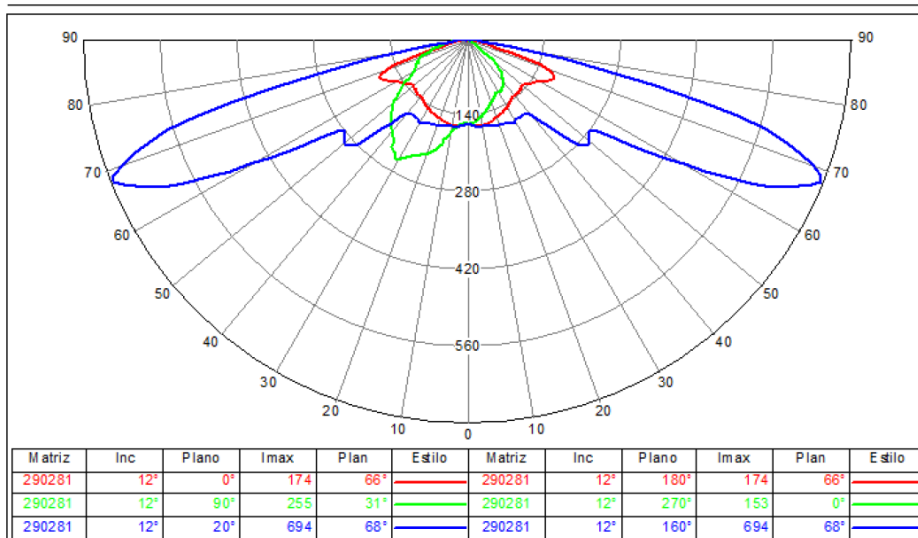
Documentos fotométricos

290281

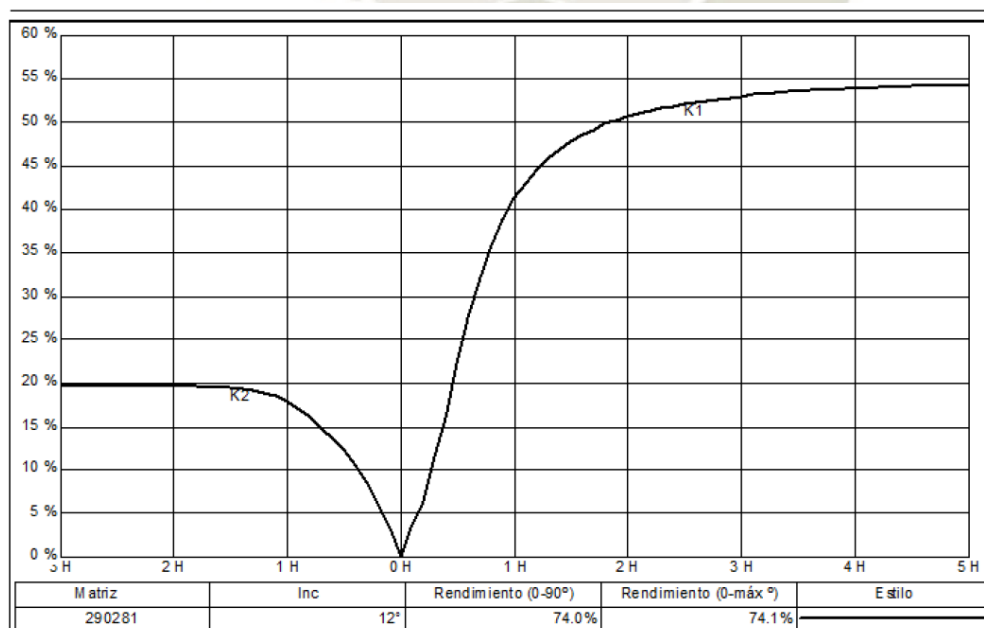


NANO 1/MDRIO LISO CURVO/2050/CDO-TT/70/-18.0/78.0/11.0°/ (B)

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



Fuente: Manual de Iluminación Vial

Figura N° 47. Cálculo de iluminación de la vía central

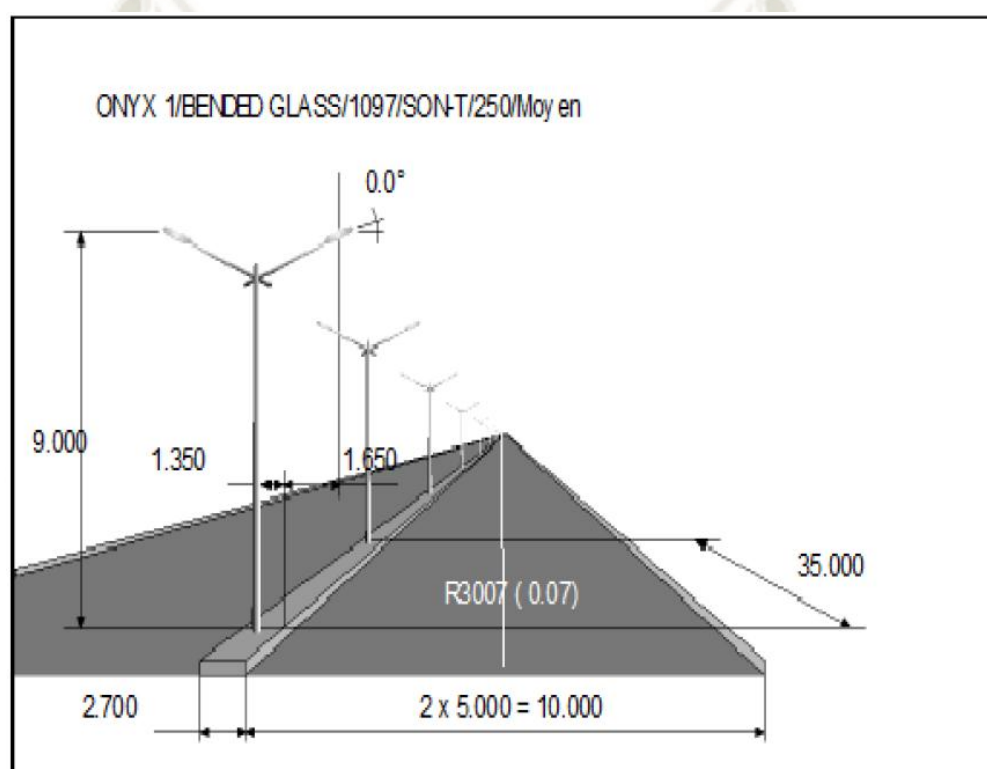
◆ Calzada principal

Lmed : 2.21 cd/m² Uo : 28.9 % TI : 6.9 %

◆ Uniformidades longitudinales

UI (1) : 53.5 % UI (2) : 56.7 %

Esquema



Technical drawing of a rectangular building plan. The overall dimensions are 35,000 (width) by 10,300 (depth). The drawing includes a north arrow pointing towards the top-left. The layout shows a central corridor or service area with a width of 2,700, and a smaller section on the left with a width of 1,650. The main area is divided into a grid of rooms, each marked with a '+' symbol, indicating a central point or a specific feature. The rooms are arranged in a regular pattern, with the central corridor running horizontally across the middle of the plan.

[illegible]

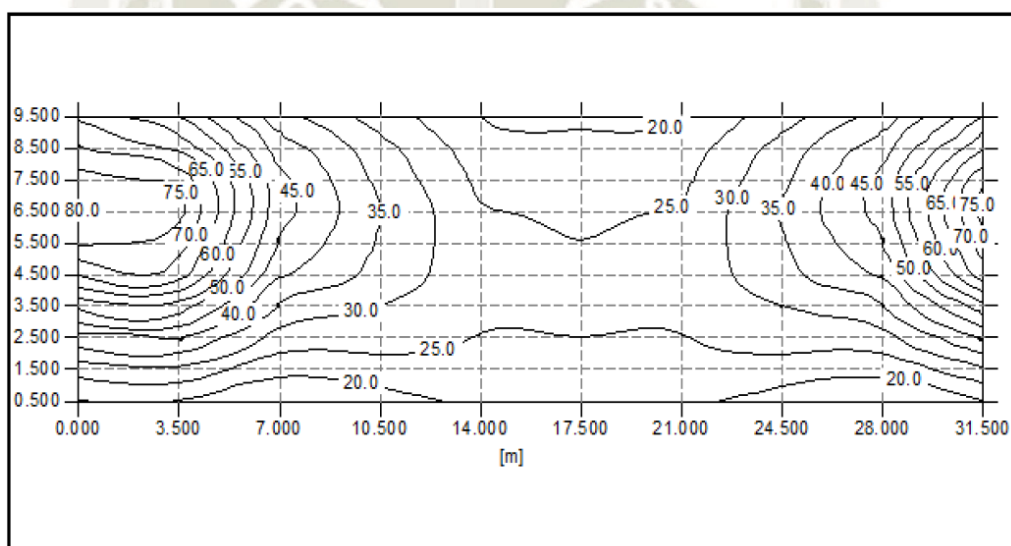
Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

Resultados de las mallas

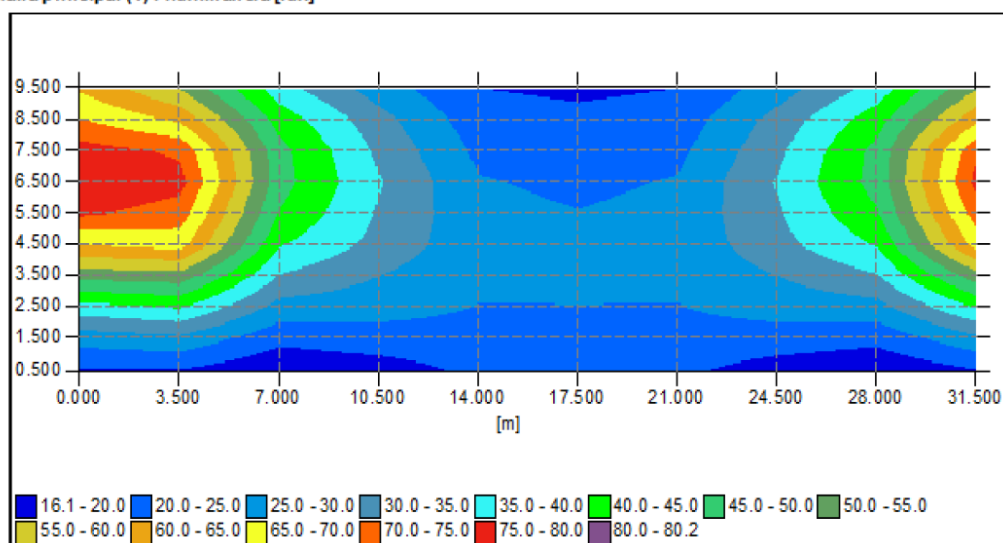
Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

Mín :	16.1	lux	Med :	36.9	lux	Máx :	80.2	lux	Uo :	43.5	%	Ug :	20.0	%
9.500	64.1	54.5	36.9	27.5	19.9	19.2	19.9	27.5	36.9	54.5				
8.500	70.2	63.8	42.8	31.8	22.0	21.0	22.0	31.8	42.8	63.8				
7.500	77.1	74.1	46.5	33.9	23.8	22.5	23.8	33.9	46.5	74.1				
6.500	80.2	76.8	46.9	35.4	25.4	23.9	25.4	35.4	46.9	76.8				
5.500	76.0	72.7	44.6	34.5	26.4	25.1	26.4	34.5	44.6	72.7				
4.500	65.2	67.3	40.5	33.4	26.4	25.3	26.4	33.4	40.5	67.3				
3.500	51.9	53.1	34.7	30.0	26.2	25.2	26.2	30.0	34.7	53.1				
2.500	38.0	40.5	28.2	27.2	24.8	25.0	24.8	27.2	28.2	40.5				
1.500	27.2	28.8	21.5	22.7	23.1	23.6	23.1	22.8	21.5	28.8				
0.500	19.8	19.9	16.1	17.8	21.1	21.3	21.1	17.8	16.1	19.9				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Malla principal (1) : Iluminancia [lux]



Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

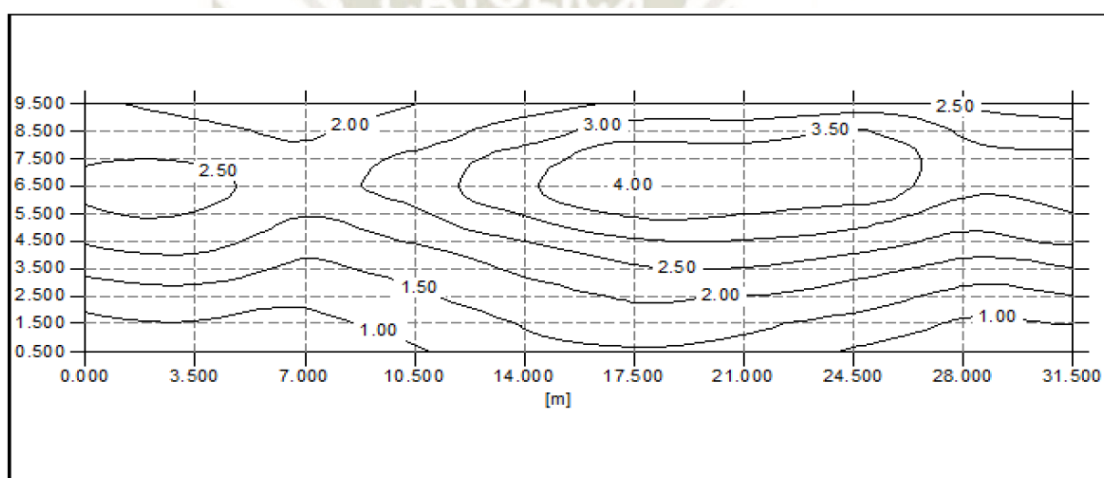


Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

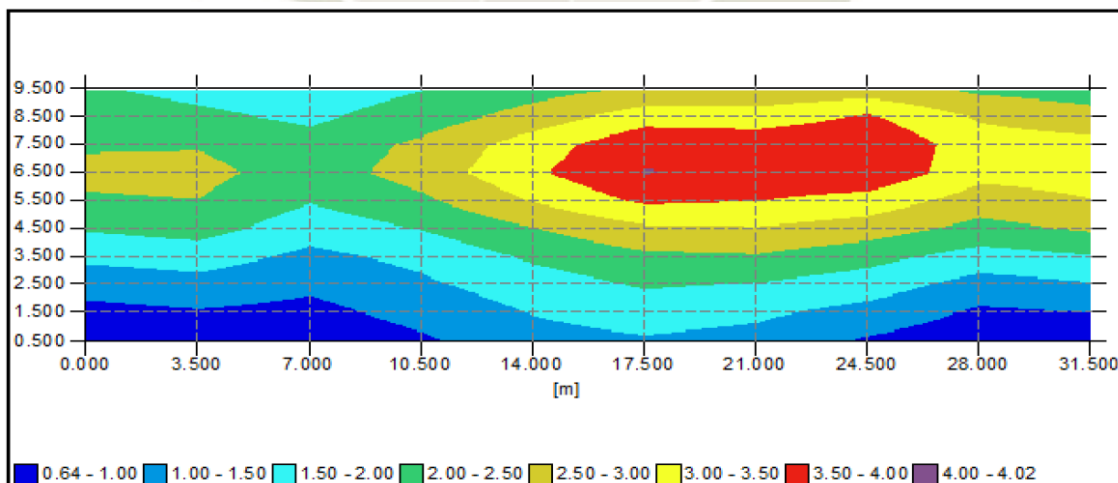
Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 2.500; 1.500) [cd/m²]

Mín :	0.64	cd/m²	Med :	2.21	cd/m²	Máx :	4.02	cd/m²	Uo :	28.9	%	Ug :	15.9	%
9.500	2.05	1.87	1.72	1.98	2.29	2.56	2.58	2.72	2.39	2.24				
8.500	2.25	2.09	1.91	2.24	2.72	3.28	3.25	3.57	2.94	2.69				
7.500	2.46	2.46	2.16	2.61	3.25	3.89	3.81	3.93	3.24	3.16				
6.500	2.60	2.64	2.26	2.71	3.42	4.02	3.91	3.92	3.15	3.20				
5.500	2.45	2.49	2.04	2.41	3.04	3.61	3.52	3.30	2.78	2.99				
4.500	2.06	2.21	1.71	2.03	2.49	2.92	2.97	2.77	2.34	2.59				
3.500	1.63	1.75	1.39	1.64	2.09	2.41	2.47	2.18	1.81	1.98				
2.500	1.20	1.33	1.10	1.42	1.77	2.06	1.98	1.77	1.31	1.47				
1.500	0.87	0.97	0.86	1.18	1.53	1.74	1.61	1.34	0.92	1.02				
0.500	0.64	0.67	0.67	0.93	1.33	1.46	1.35	0.95	0.68	0.69				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 2.500; 1.500) [cd/m²]



Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 2.500; 1.500) [cd/m²]



Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

Centro del carril 1 (2) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 2.500; 1.500) [cd/m²]

Mín :	1.10	cd/m²	Med :	1.54	cd/m²	Máx :	2.06	cd/m²	Uo :	71.6	%	Ug :	53.5	%
2.500	1.20	1.33	1.10	1.42	1.77	2.06	1.98	1.77	1.31	1.47				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Centro del carril 2 (3) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 7.500; 1.500) [cd/m²]

Mín :	2.17	cd/m²	Med :	3.02	cd/m²	Máx :	3.83	cd/m²	Uo :	71.7	%	Ug :	56.7	%
7.500	2.47	2.47	2.17	2.54	3.14	3.72	3.62	3.83	3.16	3.10				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

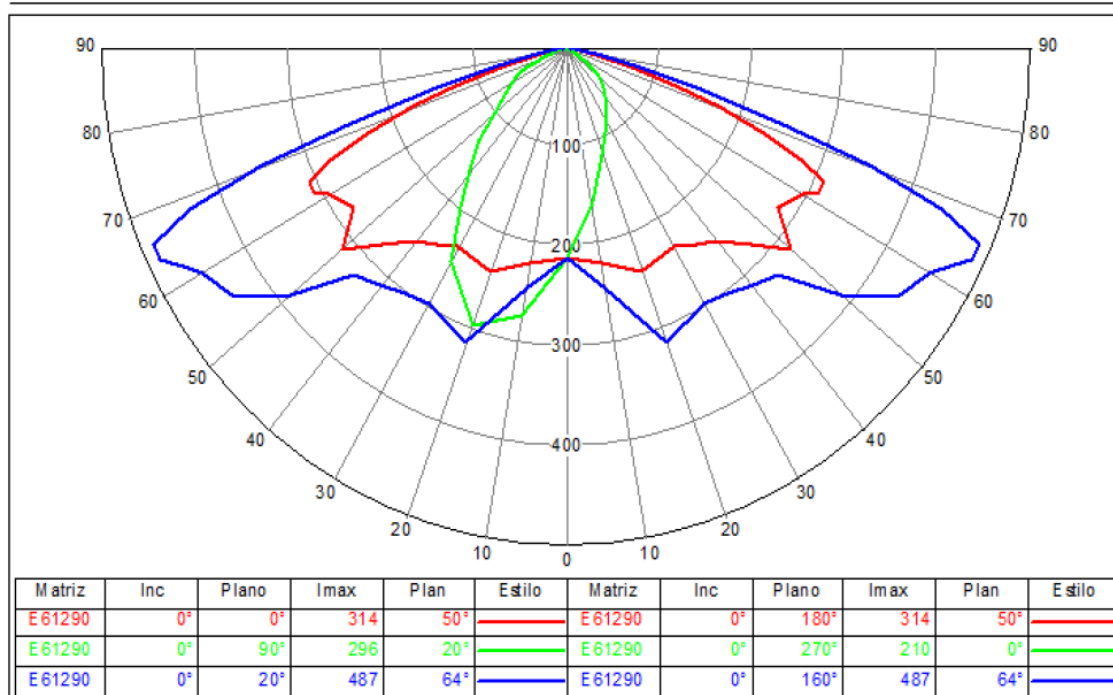
Documentos fotométricos

E61290



ONYX 1/BENDE GLASS/1097/SOON-T/250/Moyen

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización

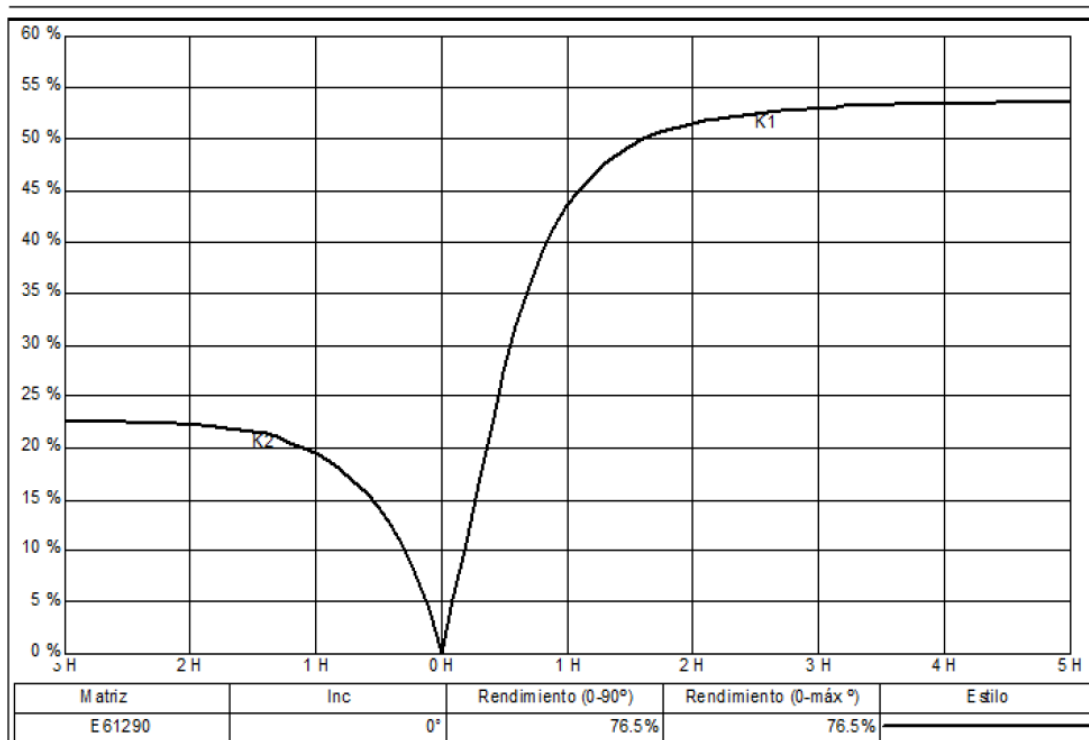


Figura N° 48. Cálculo de iluminación de las vías auxiliares

LUMINARIAS PASTORAL SIMPLE UNILATERAL HM 250W POSTES CADA 35 METROS LUMINAR MODELO ONIX 1 SCHREDER

Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

Información general : Norma C.I.E. 30.2

Detalles de la carretera

Disposición :  Conducción :  Sentido : 
Número de : 2 Ancho de carril : 3.300 m Ancho de : 6.600 m
Tabla R : R3007 Qo : 0.070

Detalles de las luminarias

Interdistancia : 35.000 m Altura : 9.000 m Retranqueo : 0.500 m Retroceso : 0.000 m
Inclinación : 5.0 °
Tipo : ONYX 1 Protector : BENDED GLASS E61290
Reflector : 1097 Configuración : Moyen
Fuente : SON-T Potencia : 250 W Flujo : 23.0 klm FM : 0.70

Resumen

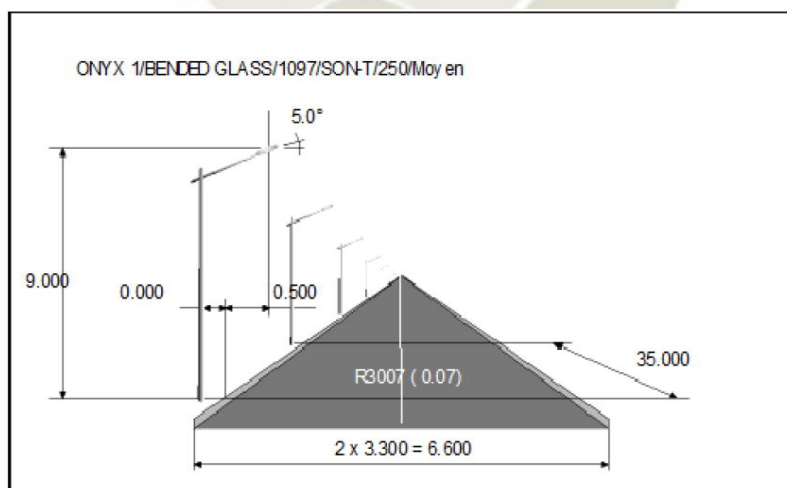
• Calzada principal

Lmed : 1.55 cd/m² Uo : 50.6 % Tl : 6.8 %

• Uniformidades longitudinales

UI (1) : 60.3 % UI (2) : 54.6 %

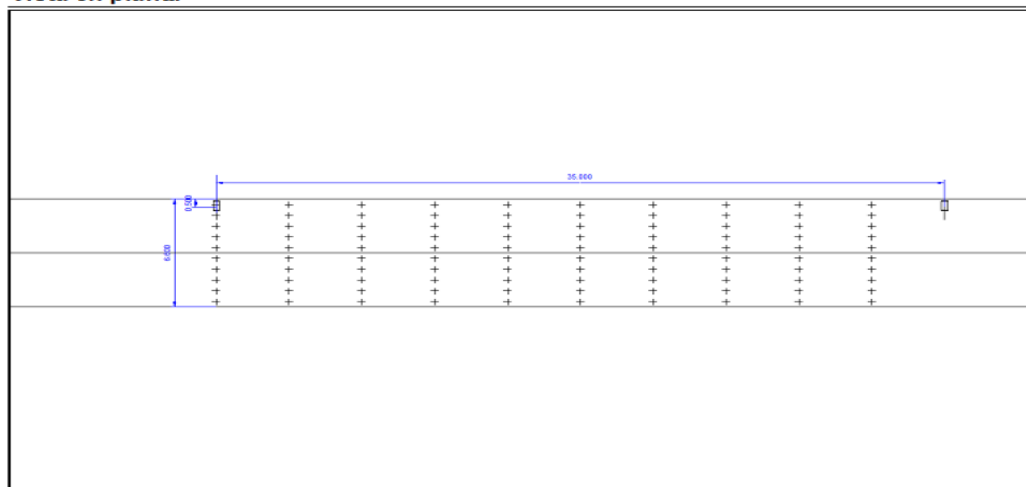
Esquema



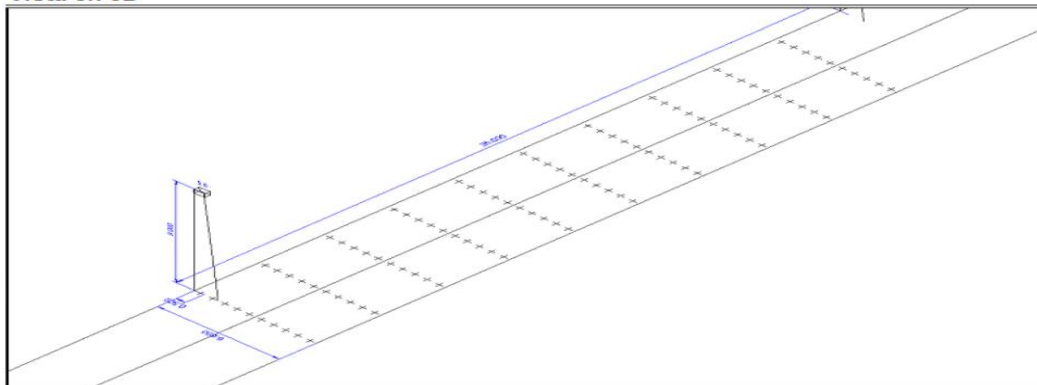
Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

Vista en planta



Vista en 3D



Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

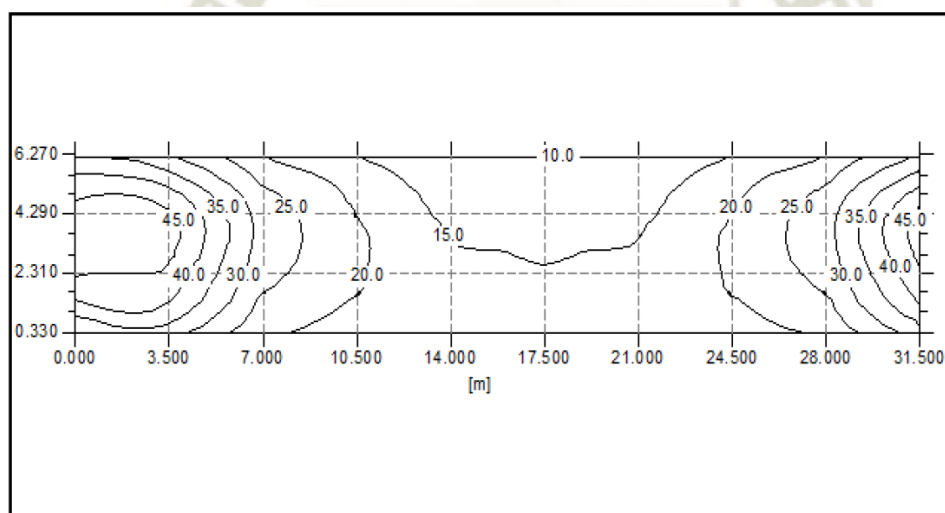
Fichero : ... \Lighting\Projects\MASAU~1.LPF

Resultados de las mallas

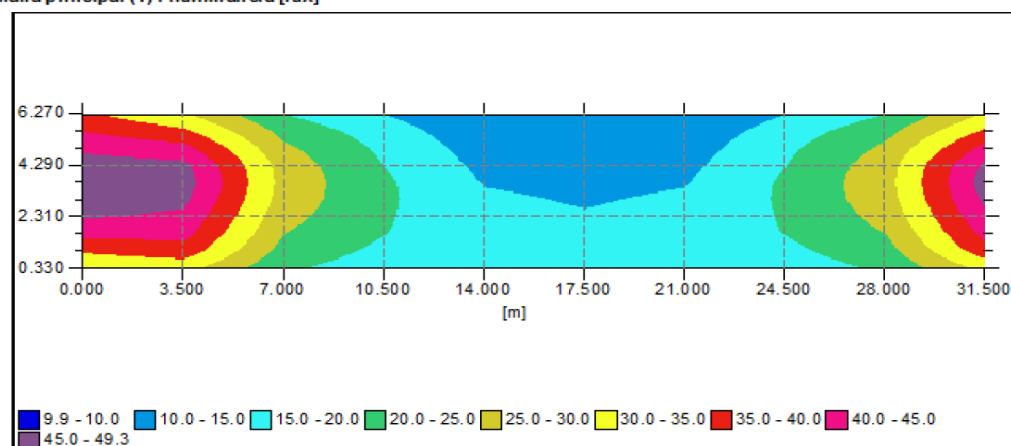
Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

Mín :	9.9	lux	Med :	25.3	lux	Máx :	49.3	lux	Uo :	39.1	%	Ug :	20.0	%
6.270	35.7	30.4	19.9	14.9	10.2	9.9	10.2	14.9	19.9	30.4				
5.610	39.9	35.9	23.4	17.3	11.6	11.1	11.6	17.3	23.4	35.9				
4.950	43.9	41.6	26.0	18.9	12.7	12.2	12.7	18.9	26.0	41.6				
4.290	47.3	46.1	27.7	19.9	13.8	13.1	13.8	19.9	27.7	46.1				
3.630	49.3	47.4	28.1	20.7	14.7	13.9	14.7	20.7	28.1	47.4				
2.970	47.8	46.2	27.7	20.8	15.6	14.6	15.6	20.8	27.7	46.2				
2.310	45.7	44.2	26.6	20.5	16.0	15.3	16.0	20.5	26.6	44.2				
1.650	41.8	41.7	25.2	20.2	16.2	15.4	16.2	20.2	25.2	41.7				
0.990	36.1	38.4	23.2	19.0	16.3	15.3	16.3	19.0	23.3	38.4				
0.330	31.1	32.3	20.9	17.6	16.3	15.3	16.3	17.6	20.9	32.3				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Malla principal (1) : Iluminancia [lux]



Malla principal (1) : Iluminancia [lux]



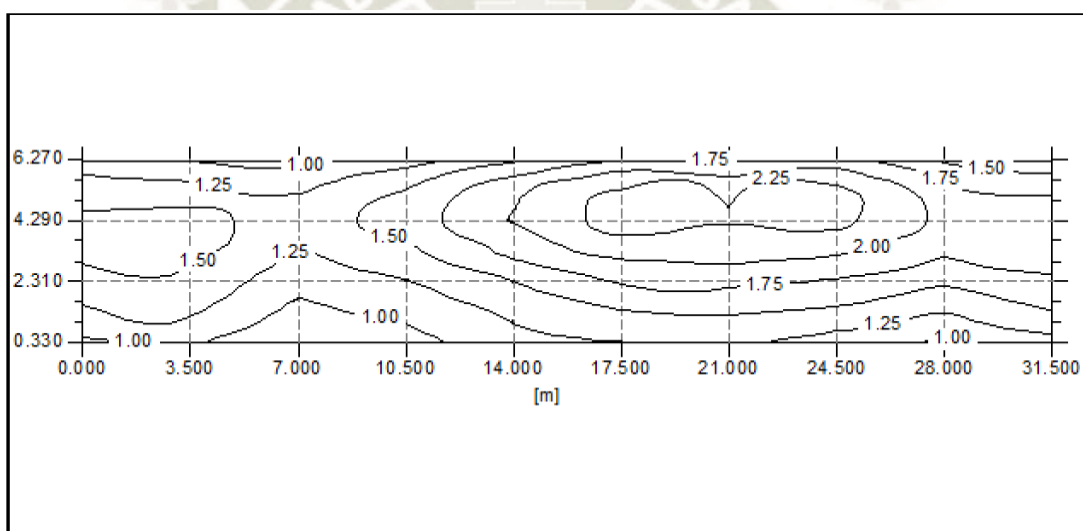
Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

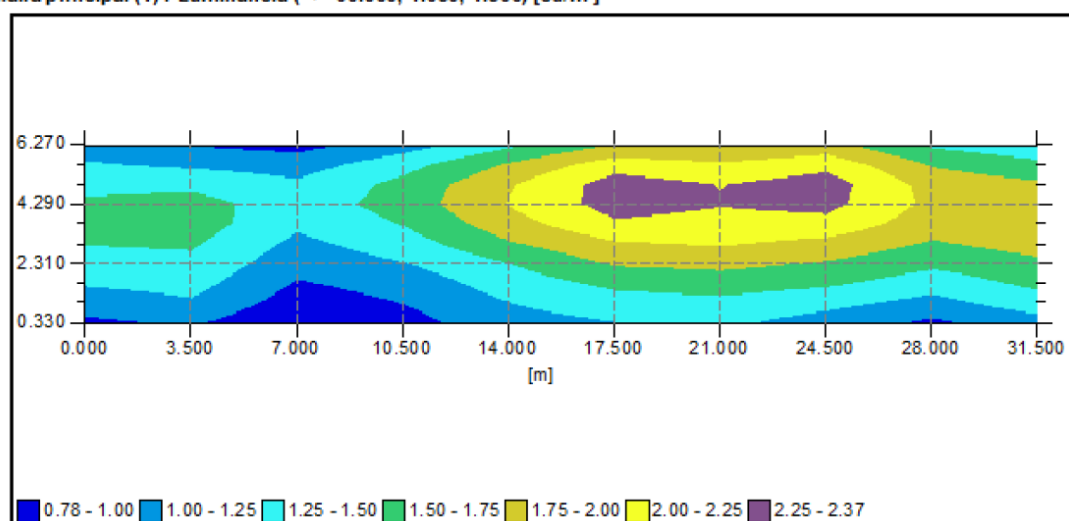
Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 1.650; 1.500) [cd/m²]

Mín :	0.78	cd/m²	Med :	1.55	cd/m²	Máx :	2.37	cd/m²	Uo :	50.6	%	Ug :	33.1	%
6.270	1.12	0.98	0.91	1.13	1.44	1.76	1.70	1.83	1.45	1.31				
5.610	1.28	1.20	1.14	1.41	1.78	2.14	2.04	2.18	1.73	1.56				
4.950	1.42	1.43	1.29	1.57	1.97	2.36	2.24	2.37	1.90	1.79				
4.290	1.55	1.60	1.35	1.62	2.02	2.36	2.27	2.32	1.94	1.95				
3.630	1.60	1.62	1.30	1.52	1.90	2.21	2.17	2.18	1.85	1.98				
2.970	1.51	1.53	1.19	1.39	1.73	1.98	2.03	1.93	1.73	1.86				
2.310	1.42	1.44	1.10	1.24	1.50	1.79	1.83	1.73	1.56	1.70				
1.650	1.29	1.35	0.99	1.10	1.38	1.57	1.63	1.55	1.38	1.57				
0.990	1.12	1.22	0.88	1.01	1.25	1.40	1.44	1.34	1.17	1.41				
0.330	0.96	1.04	0.78	0.91	1.16	1.25	1.31	1.15	0.96	1.16				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 1.650; 1.500) [cd/m²]



Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 1.650; 1.500) [cd/m²]



Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

Centro del carril 1 (2) : Uniformidades longitudinales (< -60.000; 1.650; 1.500) [cd/m²]

Mín :	0.99	cd/m²	Med :	1.38	cd/m²	Máx :	1.63	cd/m²	Uo :	71.4	%	Ug :	60.3	%
1.650	1.29	1.35	0.99	1.10	1.38	1.57	1.63	1.55	1.38	1.57				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Centro del carril 2 (3) : Uniformidades longitudinales (< -60.000; 4.950; 1.500) [cd/m²]

Mín :	1.24	cd/m²	Med :	1.76	cd/m²	Máx :	2.28	cd/m²	Uo :	70.6	%	Ug :	54.6	%
4.950	1.42	1.41	1.24	1.47	1.84	2.21	2.13	2.28	1.86	1.77				
Y/X	0.000	3.500	7.000	10.500	14.000	17.500	21.000	24.500	28.000	31.500				

Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

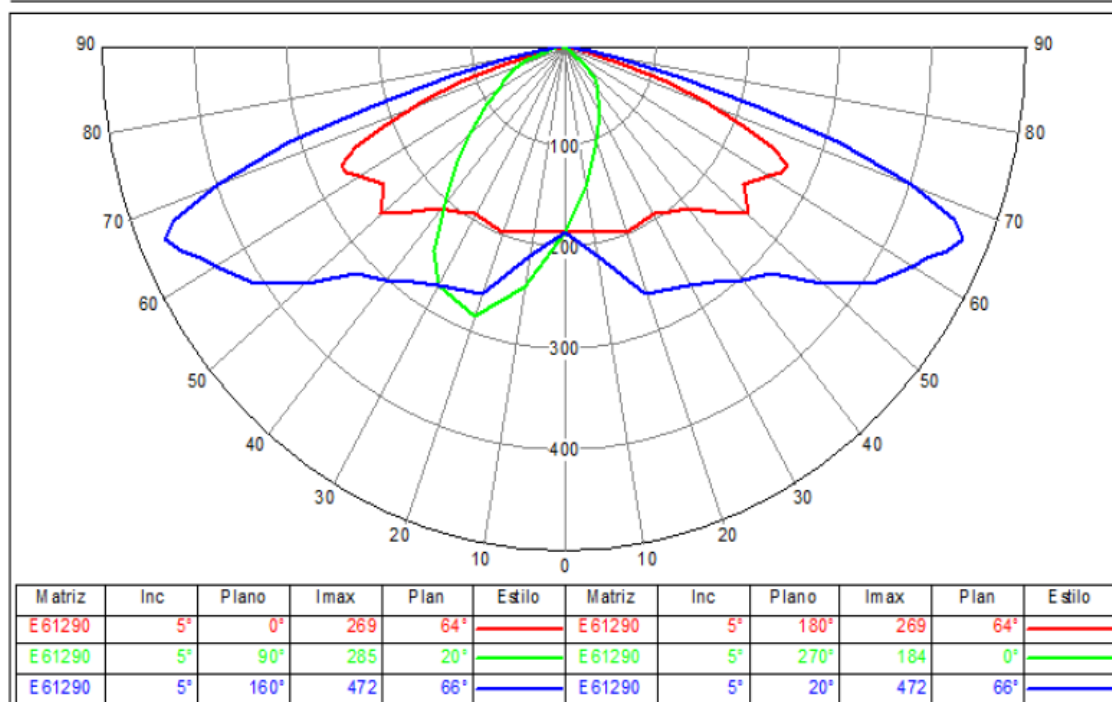
Documentos fotométricos

E61290



ONYX 1/BENDE GLASS/1097/SON-T/250/Moyen

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización

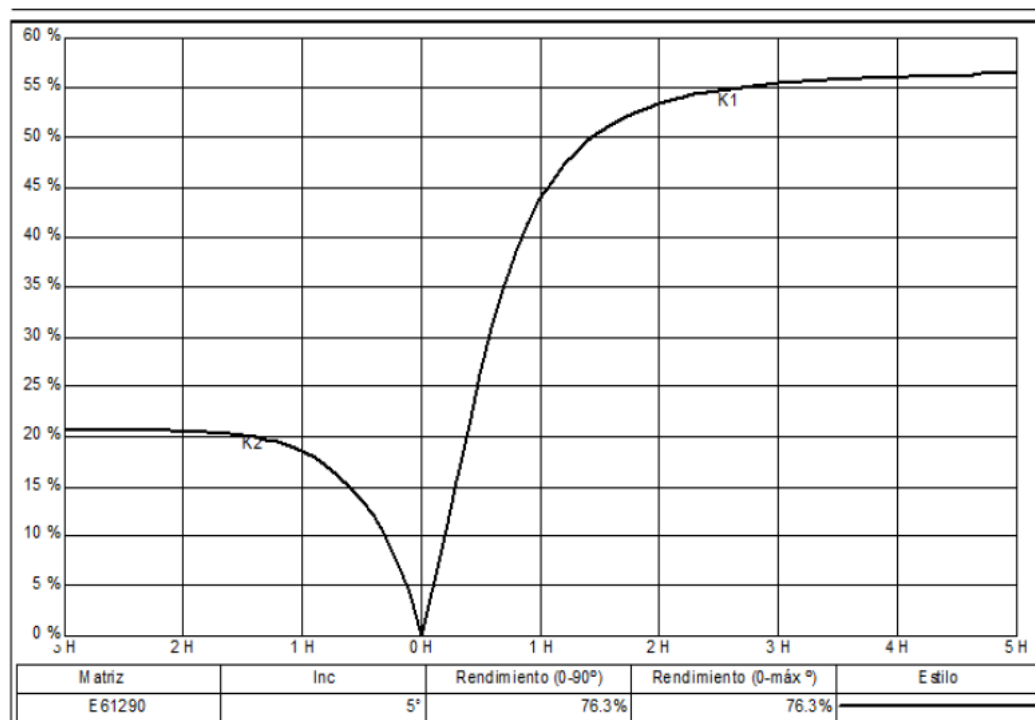


Figura N° 49. Cálculo de iluminación intercambio vial vía de evitamiento (ovalo)



Proyecto

Información general

Detalles de las mallas

- Malla (1)

General

Tipo: Activado: ☒ Máscaras: ☒ Color:

Geometría

Posición de

X: Y: Z:

Tamaño

N° X: Interdistancia X: Tamaño X:

N° Y: Interdistancia Y: Tamaño Y:

Cálculo

Iluminancia: ☒ Faceta:

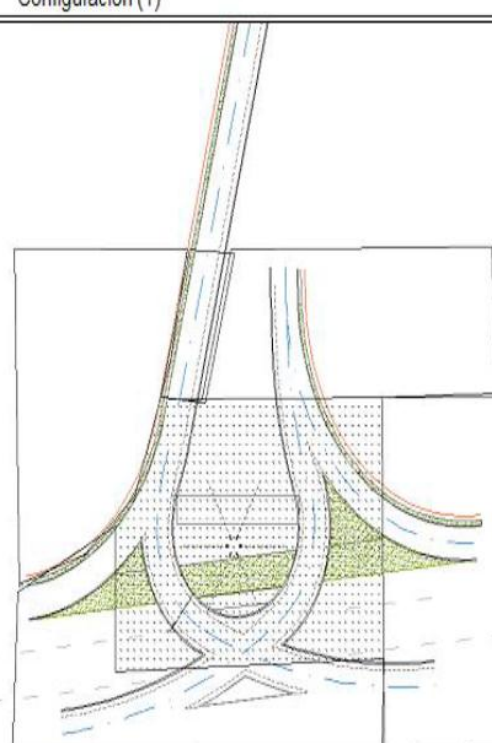
Resumen

Resumen sobre las mallas Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla (1)	Min	Máx	Med (A)	Min/Máx	Min/Med
Iluminancia (lux)	0.5	138.3	52.7	0.4	1.0

Proyecto

Vista actual Configuración (1)



Proyecto

Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (F)

Malla (1) : Iluminancia [lux]

Mín :	0.5	lux	Med (A)	52.7	lux	Máx :	138.3	lux	Uo :	1.0	%	Ug :	0.4	%
1224.6														
1222.6														
1220.5														
1218.4														
1216.4														
1214.3														
1212.2														
1210.2														
1208.1														
1206.0														
1204.0														
1201.9														
1199.8														
1197.7														
1195.7														
1193.6														
1191.5														
1189.5														
1187.4														
1185.3														
1183.3														
1181.2														
1179.1														
1177.1														
1175.0														
1172.9														
1170.9														
1168.8														
1166.7														
1164.7												7.9		
1162.6														
1160.5														
1158.5														
1156.4														
1154.3				1.1										
1152.3	0.6	0.7												
1150.2														
1148.1														
1146.0														
1144.0														
1141.9														
1139.8														
1137.8														
1135.7														
1133.6														
1131.6														
1129.6														

Proyecto

1127.4															
1125.4															
1123.3															
1121.2															
1119.2															
1117.1															
Y/X	1649.2	1651.3	1653.4	1655.5	1657.6	1659.6	1661.7	1663.8	1665.9	1668.0	1670.1	1672.2	1674.3	1676.4	1678.5
1224.6											0.5				
1222.6															
1220.5															
1218.4															
1216.4										1.1					
1214.3															
1212.2															
1210.2															
1208.1															
1206.0															
1204.0															
1201.9															
1199.8															
1197.7															
1195.7															
1193.6															
1191.5							8.3	9.9	11.2	12.6	13.8	15.0	17.2	18.8	19.9
1189.5							9.2	11.1	13.1	15.1	16.8	18.8	21.9	25.8	28.1
1187.4						8.5	10.6	12.8	15.1	17.8	20.5	24.1	28.4	34.2	39.6
1185.3						10.0	12.8	15.7	18.3	21.9	24.8	30.2	37.0	45.7	53.0
1183.3						11.9	15.8	20.2	24.3	28.3	32.7	37.1	45.5	58.0	70.5
1181.2					11.0	15.1	19.9	25.8	32.6	39.7	43.2	48.6	57.3	70.3	85.8
1179.1					13.0	18.6	25.6	34.1	43.3	53.2	59.9	63.8	71.2	85.7	100.3
1177.1					15.4	22.7	31.9	43.4	56.9	71.6	80.1	85.5	91.2	102.4	115.4
1175.0				14.2	19.8	28.1	39.6	53.8	71.0	90.0	102.6	109.3	113.2	120.9	125.0
1172.9				18.1	25.3	35.0	48.5	65.6	85.7	107.0	121.2	127.0	126.0	128.4	125.3
1170.9			15.4	21.4	29.9	41.6	56.4	76.6	97.8	119.9	134.2	135.3	128.2	120.5	116.1
1168.8		12.9	17.4	23.9	33.5	47.1	63.2	83.0	106.2	126.7	137.6	132.5	117.3	111.5	106.4
1166.7	10.8	14.0	18.5	25.0	34.7	47.8	66.6	87.0	107.1	126.0	134.2	124.6	111.1	107.4	108.9
1164.7	11.6	14.3	18.2	24.2	34.0	48.2	63.2	82.7	103.1	121.8	128.7	119.2	108.7	111.4	109.9
1162.6	12.1	14.7	18.5	24.5	32.5	43.2	57.0	76.6	98.9	118.2	127.9	121.1	108.5	109.4	110.8
1160.5	11.8	14.7	18.3	22.8	30.0	40.6	55.2	74.0	95.8	119.2	127.3	118.9	106.8	108.0	110.6
1158.5	11.6	14.0	17.6	23.1	31.3	42.7	57.9	79.3	101.9	120.1	127.2	119.2	109.0	108.6	110.3
1156.4	10.7	13.1	16.7	22.6	32.6	47.4	63.6	85.7	109.2	126.3	130.9	118.0	107.8	111.2	110.0
1154.3	9.6	12.4	16.5	22.8	32.2	45.6	66.0	90.4	112.9	130.3	136.1	125.7	112.1	107.7	108.0
1152.3	8.6	11.2	15.2	21.0	30.2	43.9	61.4	83.6	108.4	128.5	137.5	132.9	119.4	113.6	108.0
1150.2	7.4	9.8	13.3	19.1	27.3	38.7	54.1	74.8	96.7	116.7	130.4	132.5	128.2	122.8	117.3
1148.1	6.4	8.5	11.7	16.3	23.2	32.7	46.8	64.2	84.1	101.4	113.6	120.6	123.0	127.9	126.0
1146.0	5.3	7.0	9.4	13.2	18.7	27.2	39.2	53.2	69.4	84.7	94.9	101.8	109.1	118.2	124.5
1144.0	4.2	5.4	7.5	10.5	15.3	22.9	32.7	44.3	56.8	68.8	75.7	80.9	87.5	100.8	116.5
1141.9	3.7	4.9	6.5	8.7	13.2	19.2	26.8	35.7	43.8	52.5	57.8	61.1	69.4	84.8	102.6
1139.8	3.3	4.2	5.4	7.9	11.6	16.2	21.3	27.7	33.6	39.4	42.4	46.7	55.5	68.7	85.5
1137.8	3.0	3.8	5.1	7.3	10.0	13.3	17.3	21.7	25.1	28.9	32.2	35.7	43.3	55.6	67.5

Proyecto

1133.6	2.4	3.3	4.4	5.8	7.4	9.3	11.5	13.6	15.6	17.8	19.6				
1131.6															
1129.5															
1127.4															
1125.4															
1123.3															
1121.2															
1119.2															
1117.1															
Y/X	1680.6	1682.7	1684.8	1686.9	1689.0	1691.1	1693.2	1695.2	1697.3	1699.4	1701.5	1703.6	1705.7	1707.8	1709.9
1224.6															
1222.6															
1220.5															
1218.4															
1216.4															
1214.3															
1212.2															
1210.2															
1208.1															
1206.0															
1204.0															
1201.9															
1199.8															
1197.7															
1195.7															
1193.6															
1191.5	20.6	20.0	18.7	19.3	19.1	17.9	16.7	15.4	13.8	13.2	12.5	11.4	10.4	9.0	7.3
1189.5	29.7	29.9	29.1	28.6	27.9	25.7	23.3	20.2	17.6	16.3	15.2	13.6	11.9	10.2	8.3
1187.4	42.6	43.0	43.4	41.9	40.4	36.8	32.1	26.9	22.9	20.3	18.5	16.2	14.1	12.0	9.7
1185.3	58.9	61.1	62.1	60.3	57.4	51.5	44.3	36.1	29.6	25.2	23.3	20.0	17.6	14.6	11.6
1183.3	77.1	83.1	84.4	83.9	78.6	71.2	58.0	45.3	37.3	33.7	30.3	26.4	22.7	18.1	13.9
1181.2	97.7	105.6	109.2	109.1	103.0	88.8	71.6	58.0	49.0	44.2	41.6	35.2	29.0	22.4	16.9
1179.1	113.9	124.7	131.9	128.2	120.3	105.7	88.0	72.3	63.6	60.5	55.0	46.2	37.5	28.0	20.2
1177.1	126.3	134.2	137.9	136.2	129.7	118.9	104.4	90.9	84.1	79.1	72.0	59.2	46.2	34.1	23.9
1175.0	127.9	128.2	127.6	128.6	128.9	126.0	120.9	111.7	104.8	98.1	88.0	72.3	55.6	41.0	28.6
1172.9	119.8	114.4	111.9	113.2	118.6	123.8	127.9	124.2	122.8	116.7	104.7	86.9	66.6	48.8	34.2
1170.9	109.5	108.8	107.2	108.0	108.6	115.4	121.4	126.9	133.3	133.0	119.9	99.6	77.6	56.2	40.3
1168.8	104.5	109.6	110.4	109.2	104.8	106.8	112.6	117.5	131.7	138.3	129.8	111.5	86.2	63.4	45.2
1166.7	110.1	111.1	111.2	111.1	110.1	109.2	108.0	110.5	123.3	135.3	130.9	113.9	91.2	67.6	46.7
1164.7	112.0	114.5	116.2	114.6	112.2	109.9	111.4	107.6	117.7	130.1	126.0	109.4	85.9	64.0	47.7
1162.6	114.6	118.4	119.6	118.5	114.9	110.7	109.2	107.3	120.0	128.1	120.2	101.8	79.2	58.2	43.2
1160.5	115.2	119.3	120.3	119.4	115.5	110.8	108.4	106.4	118.3	127.1	120.1	96.8	74.9	56.1	41.4
1158.5	114.3	117.9	119.3	118.1	114.6	110.7	109.3	109.0	119.7	127.2	119.2	101.1	79.2	58.6	44.1
1156.4	111.7	113.9	115.5	114.1	111.8	109.8	111.7	108.2	118.5	129.3	123.2	104.9	85.1	64.7	49.6
1154.3	110.0	110.7	110.4	110.9	109.8	107.6	107.3	111.4	124.9	134.8	127.4	108.3	88.2	67.5	48.6
1152.3	104.2	108.8	110.8	109.5	104.7	107.6	112.9	118.1	132.7	137.7	127.5	106.2	83.4	63.5	47.6
1150.2	110.3	108.7	106.0	109.2	110.9	116.2	121.7	128.5	134.5	132.9	119.6	97.9	76.2	56.3	41.4
1148.1	120.9	115.1	113.5	115.6	121.6	127.1	127.6	124.7	125.5	119.4	106.2	85.1	65.1	48.2	34.4
1146.0	129.7	131.2	129.9	130.4	128.4	123.9	118.6	111.2	106.4	100.0	88.3	69.7	53.0	39.1	27.7
1144.0	128.4	135.8	138.3	134.2	125.5	114.1	101.2	89.2	83.0	76.8	69.6	55.7	42.7	31.5	22.5

Fuente: Resultados del dialux

3.10. NORMATIVA DE FABRICACION SEGÚN IEC EN LUMINARIAS LED

Las Luminarias de Alumbrado Público con Tecnología LED materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas internacionales (FONAFE, s.f.)

Tabla N° 10. Normativa de Fabricación según IEC en luminarias LED

Norma	Titulo
IEC 60598-1	Luminaires - Part 1: General requirements and tests
IEC 60598-2-3	Luminaires - Part 2-3: Particular requirements - Luminaires for road and street lighting
IEC 62262	Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
IEC 60085	Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
CE 89/336/CEE	Directivas de Compatibilidad electromagnética

Fuente: Manual de Iluminación Vial

Condiciones Ambientales

Las Luminarias de Alumbrado Público con Tecnología LED se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

Altitud sobre el nivel del mar	:	hasta 4000 m
Humedad relativa	:	50 a 100%
Temperatura ambiente	:	-20 °C a 40 °C
Contaminación ambiental	:	moderada

Tabla N° 11. Características mínimas requeridas para la distribución del Proyecto

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Carcasa		
Será de aleación de aluminio, inyectado a alta presión, fuerte, liviano y resistente a la polución con pintura poliestérica en polvo aplicada electrostáticamente y secado en horno, deberá tener un espesor mínimo de 80 micrones. Se deberá presentar con la propuesta técnica los reportes de las pruebas de envejecimiento acelerado (1,000 horas) y de adherencia de la pintura.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test y IEC 60068-2-52 con una duración de un mínimo de 1000 horas.
El sistema de fijación será regulable al pastoral mediante abrazaderas o embone, incluye todos sus accesorios para uso de pastoral desde 1.5" (38.10 mm) hasta 2.5" (63,50 mm) de diámetro exterior. No se aceptará embones en el que, el pastoral ingrese al recinto de los equipos auxiliares.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test
Marcado y Rotulado.	La luminaria deberá contar con la grabación de la sigla y logotipo de la empresa (GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA o SEAL) y año de fabricación en bajo o alto relieve sobre la propia carcasa. No deberá utilizar ningún tipo de adhesivo, esta característica se verificará en la muestra. Se indica que se presentará una muestra por cada potencia. En cuanto a la característica del rotulado en alto y bajo relieve deberá cumplir, no necesariamente con el nombre de la	Para el marcado, cumplir con lo indicado en la Sección 3 de la NTP IEC 60598-1:2014 LUMINARIAS. Parte 1: Requisitos generales y ensayos 1a edición.

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	empresa. Así mismo la muestra es el producto final que servirá para apreciar los componentes principales en relación al acabado del material, uniformidad, presentación; es decir los aspectos cualitativos.	
Tensión de Alimentación (voltios): 220V +/- 7.5% como mínimo.	Cumplir con lo establecido en la Subregla 2, Regla 020-500 del código de la referencia, además con lo establecido en el numeral 5.1.2 de Tolerancias de la NTCSE.	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM y Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos - NTCSE
Frecuencia: 60 Hertz	Cumplir con lo establecido en la Regla 020-502 del código de la referencia	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM,
Consumo en Potencia (W) ≤120	Cumplir con lo establecido en el numeral 7 de la norma de la referencia. En el consumo máximo de potencia están incluido los equipos auxiliares.	UNE-EN 62722-2-1: 2016 Prestaciones de las luminarias Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias LED
Grado de Protección de la Luminaria (IP): 66 mínimo	Cumplir con lo establecido en la Sección 3.6.1 de la norma de la referencia	NTP-IEG 60598-2-3:2014 LUMINARIAS. Parte 2: Requerimientos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
Resistencia de Impactos de la luminaria (IK): 08	Cumplir con lo establecido en toda la norma de la referencia	UNE-EN 62262:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
Vida útil de la luminaria	Cumplir con lo establecido en las	Norma UNE-EN 62722-

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
LED: ≥ 100000 h L70 B10	Secciones 10.1 y 10.2 de la norma de la referencia, y en las demás normas considerar todo el contenido. El significado de L70 B10 es el factor de mantenimiento del flujo luminoso asignado, en el presente caso es al 70% del flujo inicial al final de la vida útil nominal o declarada por el fabricante y con el 10% de tasa de fallas. La vida de la luminaria LED deberá ser realizada a una temperatura de 25 grados centígrados	2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED y LM 80 Measuring Lumen Maintenance of Led Light Sources, TM21 Lumen Degradation Lifetime Estimation Method for LED Light Sources y IES LM-79 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Eficacia Luminosa de la Luminaria: ≥ 110 lm/w, incluido los equipos auxiliares	Cumplir con lo establecido en el Numeral 8.3 de la norma de la referencia	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED.
Temperatura de funcionamiento: $\leq -20^{\circ}\text{C}$ -- $+40^{\circ}\text{C} \leq$	Cumplir con lo establecido en la Sección 10.3.2.2.1 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Factor de Potencia ≥ 0.90	Cumplir con lo establecido en la Sección 7.2 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Temperatura de color (K) 4000K +/- 275	Cumplir con lo establecido en la Sección 4 de la norma de la referencia	ANSI C78.377 A Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products y IES LM-79 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Índice de reproducción cromática IRC: ≥ 70	Cumplir con lo establecido en el Numeral 9.3 de la norma de la referencia y en la otra norma considerar todo el contenido	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED o IESNA "Illuminating Engineering Society of North America"- LM-79-

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
		08
Módulo de protección contra picos de sobretensión Mínimo 10KV, 5KA	Toda la norma ANSI/IEEE C62.41.2;2002 ó Parte 11 de la Norma IEC 61643-11:2011	ANSI/IEEE C62.41.2:2002 Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000V and Less) AC Power Circuits o IEC 61643-11: 2011 Low-voltage surge protective devices
Control de Flujo en dos bloques horarios programado desde fábrica. A: Durante las primeras 7 horas de encendido, al 100% del flujo luminoso. B: Terminada la hora séptima de funcionamiento hasta el apagado del alumbrado, al 70% del flujo luminoso	Numeral 5.4, de la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Compatibilidad para sistemas de telegestión o control a distancia sistema "plug & play", A través de un conector tipo NEMA socket de siete (07) pines	Según norma de la referencia	ANSI C136.41 estándar
Temperatura ambiente asignada máxima (ta) 40 °C	Según norma de la referencia. Temperatura ambiente asignada, se refiere a la temperatura asignada a una luminaria por su fabricante, para indicar la temperatura constante más elevada a que puede funcionar en condiciones normales. Esto no descarta un funcionamiento momentáneo a una temperatura no superior a 10°C.	IEC 60598-1:2014, Requirements and tests.
Distorsión de Armónicos en corriente $\leq 20\%$	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	IEC61000-3-2;2014 ó su equivalente a NTP en el

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
		momento de la compra
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Iluminancia Media Emed; Mínimo 30 lux	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad media de la luminaria ≥ 0.40	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad longitudinal $\geq 70\%$	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Luminancia Media mínima 1.5 cd/m ² y Máximo 2.0 cd/m ² .	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Requisitos Generales: Instalación unilateral al lado izquierdo del flujo vehicular. Vano promedio: 30 m. Ancho de vía: 10.5 m. de ancho Revestimiento oscuro: (R3007). Número de carriles: 3 vías de 3.5 metros cada uno. Altura de montaje: 10 m. El valor del factor de mantenimiento es 0.9 Overhang (retranqueo): 1.5 metros. Angulo de inclinación del	De acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Pastoral: 15°.		
Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de lámparas	De acuerdo a la norma de la referencia	IEC 62471: 2006, Photobiological safety of lamps and lamp systems
Envase y/o embalaje	Todas las luminarias serán embaladas por separado, de manera tal que permita su fácil identificación y transporte, para así garantizar la integridad del producto hasta su utilización, Los recipientes o cajas de embalaje de las luminarias serán de cartón o de madera, estos serán consistentes de manera que puedan soportar hasta cuatro recipientes o cajas de embalaje de luminarias similares apiladas sobre ella. Cada caja o recipiente deberá incluir, necesariamente, un manual de instrucciones de la luminaria indicando como mínimo información sobre: • Instalación de luminaria. • Uso de la luminaria. • Mantenimiento de la luminaria. • Posición normal de funcionamiento. • Peso de la luminaria más el equipo auxiliar. • Dimensiones exteriores Cada caja o recipiente deberá llevar impresa de manera permanente la leyenda siguiente: • Marca del fabricante. • Nombre de la empresa de distribución • Dimensiones y pesos • Forma correcta de transportarlo y almacenarlo.	
Concesión de Distribución para una vía tipo I	Angulo de inclinación del Pastoral: 15°. Se deberá entregar el reporte en formato impreso de los cálculos de	

<u>LUMINARIA CON TECNOLOGIA LED PARA ALUMBRADO HASTA 120 W</u>		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
(Éstos cálculos serán entregados con la propuesta técnica)	iluminación, la matriz de intensidades en medio magnético, bajo el formato IES para verificación mediante un Software independiente, un CD con un software con el cual se realizaron los cálculos de iluminación, adjuntando carta de autorización de uso; en caso el software sea de distribución gratuita, debe señalarse dicha condición y manual de uso. Dicho software deberá permitir verificar los resultados presentados. Se presentará la matriz de intensidades de la luminaria ofertada. Esta matriz deberá ser emitida por un laboratorio acreditado para realizar pruebas fotométricas, por un miembro perteneciente a la IAF-MLA, IECEE, ILAC o IAAC. El formato de la matriz será conforme con la norma CIE 140. El flujo utilizado en los cálculos de iluminación debe corresponder al flujo indicado en las fotometrías realizadas a la luminaria	
Pruebas Electromecánicas	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a lo solicitado en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos fotométricos de acuerdo a la normativa IES LM-79-08.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos de acuerdo a la normativa IES LM-80 suministrado por el fabricante del LED.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Difusor	Sera de vidrio templado liso plano de alta transmitancia.	

(FONAFE, s.f.)

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Carcasa		
Será de aleación de aluminio, inyectado a alta presión, fuerte, liviano y resistente a la polución con pintura poliestérica en polvo aplicada electrostáticamente y secado en horno, deberá tener un espesor mínimo de 80 micrones. Se deberá presentar con la propuesta técnica los reportes de las pruebas de envejecimiento acelerado (1,000 horas) y de adherencia de la pintura.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test y IEC 60068-2-52 con una duración de un mínimo de 1000 horas.
El sistema de fijación será regulable al pastoral mediante abrazaderas o embone, incluye todos sus accesorios para uso de pastoral desde 1" (25.4 mm) hasta 2.5" (63,50 mm) de diámetro exterior. No se aceptará embones en el que, el pastoral ingrese al recinto de los equipos auxiliares.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test
Marcado y Rotulado.	La luminaria deberá contar con la grabación de la sigla y logotipo de la empresa (GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA O SEAL) y año de fabricación en bajo o alto relieve sobre la propia carcasa. No deberá utilizar ningún tipo de adhesivo, esta característica se verificará en la muestra. Se indica que se presentará una muestra por cada potencia. En cuanto a la característica del rotulado en alto y bajo relieve deberá cumplir, no necesariamente con el nombre de la empresa. Así mismo la muestra es el producto	Para el marcado, cumplir con lo indicado en la Sección 3 de la NTP IEC 60598-1:2014 LUMINARIAS. Parte 1: Requisitos generales y ensayos 1a edición.

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	final que servirá para apreciar los componentes principales en relación al acabado del material, uniformidad, presentación; es decir los aspectos cualitativos.	
Tensión de Alimentación (voltios): 220V +/- 7.5% como mínimo.	Cumplir con lo establecido en la Subregla 2, Regla 020-500 del código de la referencia, además con lo establecido en el numeral 5.1.2 de Tolerancias de la NTCSE.	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM y Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos - NTCSE
Frecuencia: 60 Hertz	Cumplir con lo establecido en la Regla 020-502 del código de la referencia	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-20a6-MEM/DM,
Consumo en Potencia (W) ≤90	Cumplir con lo establecido en el numeral 7 de la norma de la referencia. En el consumo máximo de potencia están incluido los equipos auxiliares.	UNE-EN 62722-2-1: 2016 Prestaciones de las luminarias Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias LED
Grado de Protección de la Luminaria (IP): 66 mínimo	Cumplir con lo establecido en la Sección 3.6.1 de la norma de la referencia	NTP-IEG 60598-2-3:2014 LUMINARIAS. Parte 2: Requerimientos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
Resistencia de Impactos de la luminaria (IK): 08	Cumplir con lo establecido en toda la norma de la referencia	UNE-EN 62262:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
Vida útil de la luminaria LED: ≥ 100000 h L70 B10	Cumplir con lo establecido en las Secciones 10.1 y 10.2 de la norma de la referencia, y en las demás normas considerar todo el contenido. El significado de L70 B10 es el	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED y

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	factor de mantenimiento del flujo luminoso asignado, en el presente caso es al 70% del flujo inicial al final de la vida útil nominal o declarada por el fabricante y con el 10% de tasa de fallas. La vida de la luminaria LED deberá ser realizada a una temperatura de 25 grados centígrados	LM 80 Measuring Lumen Maintenance of Led Light Sources, TIVI21 Lumen Degradation Lifetlme Estimation Method for LED Light Sources y IES LM-79 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Eficacia Luminosa de la Luminaria: $\geq 110 \text{ lm/w}$, incluido los equipos auxiliares	Cumplir con lo establecido en el Numeral 8.3 de la norma de la referencia	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED.
Temperatura de funcionamiento: $\leq -20^{\circ}\text{C} \text{ -- } +40^{\circ}\text{C} \leq$	Cumplir con lo establecido en la Sección 10.3.2.2.1 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Factor de Potencia ≥ 0.90	Cumplir con lo establecido en la Sección 7.2 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Temperatura de color (K) 4000K +/- 275	Cumplir con lo establecido en la Sección 4 de la norma de la referencia	ANSI C78.377 A Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products y IES LM-79 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Índice de reproducción cromática IRC: ≥ 70	Cumplir con lo establecido en el Numeral 9.3 de la norma de la referencia y en la otra norma considerar todo el contenido	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED 0 IESNA "Illuminating Engineering Society of North America"- LM-79-08
Módulo de protección contra picos de sobretensión Mínimo	Toda la norma ANSI/IEEE C62.41.2;2002 ó Parte 11 de la	ANSI/IEEE C62.41.2:2002 Recommended Practice

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
10KV, 5KA	Norma IEC 61643-11:2011	on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000V and Less) AC Power Circuits o IEC 61643-11: 2011 Low-voltage surge protective devices
Control de Flujo en dos bloques horarios programado desde fábrica. A: Durante las primeras 7 horas de encendido, al 100% del flujo luminoso. B: Terminada la hora séptima de funcionamiento hasta el apagado del alumbrado, al 70% del flujo luminoso	Numeral 5.4, de la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Compatibilidad para sistemas de telegestión o control a distancia sistema "plug & play", A través de un conector tipo NEMA socket de siete (07) pines	Según norma de la referencia	ANSI C136.41 estándar
Temperatura ambiente asignada máxima (ta) 40 °C	Según norma de la referencia. Temperatura ambiente asignada, se refiere a la temperatura asignada a una luminaria por su fabricante, para indicar la temperatura constante más elevada a que puede funcionar en condiciones normales. Esto no descarta un funcionamiento momentáneo a una temperatura no superior a 10°C.	IEC 60598-1:2014, Requirements and tests.
Distorsión de Armónicos en corriente $\leq 20\%$	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	IEC61000-3-2;2014 ó su equivalente a NTP en el momento de la compra
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Iluminancia Media Emed;	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Mínimo 20 lux		concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad media de la luminaria ≥ 0.40	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad longitudinal $\geq 65\%$	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Luminancia Media mínima 1.0 cd/m ² y Máximo 2.0 cd/m ² .	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Requisitos Generales: Instalación unilateral al lado izquierdo del flujo vehicular. Vano promedio: 30 m. Ancho de vía: 7 m. Revestimiento oscuro: (R3007). Número de carriles: 2 vías de un solo sentido de circulación. Altura de montaje: 9 m. El valor del factor de mantenimiento es 0.9, Overhang (retranqueo): 1.5 metros. Angulo de inclinación del Pastoral: 15°.	De acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de	De acuerdo a la norma de la referencia	IEC 62471: 2006, Photobiological safety of

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
lámparas		lamps and lamp systems
Envase y/o embalaje	Todas las luminarias serán embaladas por separado, de manera tal que permita su fácil identificación y transporte, para así garantizar la integridad del producto hasta su utilización, Los recipientes o cajas de embalaje de las luminarias serán de cartón o de madera, estos serán consistentes de manera que puedan soportar hasta cuatro recipientes o cajas de embalaje de luminarias similares apiladas sobre ella. Cada caja o recipiente deberá incluir, necesariamente, un manual de instrucciones de la luminaria indicando como mínimo información sobre: • Instalación de luminaria. • Uso de la luminaria. • Mantenimiento de la luminaria. • Posición normal de funcionamiento. • Peso de la luminaria más el equipo auxiliar. • Dimensiones exteriores Cada caja o recipiente deberá llevar impresa de manera permanente la leyenda siguiente: • Marca del fabricante. • Nombre de la empresa de distribución • Dimensiones y pesos • Forma correcta de transportarlo y almacenarlo.	
Concesión de Distribución para una vía tipo II (Éstos cálculos serán entregados con la propuesta técnica)	Angulo de inclinación del Pastoral: 15°. Se deberá entregar el reporte en formato impreso de los cálculos de iluminación, la matriz de intensidades en medio magnético, bajo el formato IES para verificación	

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 90 W

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	mediante un Software independiente, un CD con un software con el cual se realizaron los cálculos de iluminación, adjuntando carta de autorización de uso; en caso el software sea de distribución gratuita, debe señalarse dicha condición y manual de uso. Dicho software deberá permitir verificar los resultados presentados. Se presentará la matriz de intensidades de la luminaria ofertada. Esta matriz deberá ser emitida por un laboratorio acreditado para realizar pruebas fotométricas, por un miembro perteneciente a la IAF-MLA, IECEE, ILAC o IAAC. El formato de la matriz será conforme con la norma CIE 140. El flujo utilizado en los cálculos de iluminación debe corresponder al flujo indicado en las fotometrías realizadas a la luminaria	
Pruebas Electromecánicas	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a lo solicitado en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos fotométricos de acuerdo a la normativa IES LM-79-08.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos de acuerdo a la normativa IES LM-80 suministrado por el fabricante del LED.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Difusor	Sera de vidrio templado liso plano de alta transmitancia.	

(FONAFE, s.f.)

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
Carcasa		
Será de aleación de aluminio, inyectado a alta presión, fuerte, liviano y resistente a la polución con pintura poliestérica en polvo aplicada electrostáticamente y secado en horno, deberá tener un espesor mínimo de 80 micrones. Se deberá presentar con la propuesta técnica los reportes de las pruebas de envejecimiento acelerado (1,000 horas) y de adherencia de la pintura.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test y IEC 60068-2-52 con una duración de un mínimo de 1000 horas.
El sistema de fijación será regulable al pastoral mediante abrazaderas o embone, incluye todos sus accesorios para uso de pastoral desde 1" (25.4 mm) hasta 2.5" (63,50 mm) de diámetro exterior. No se aceptará embones en el que, el pastoral ingrese al recinto de los equipos auxiliares.	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	ASTM D 3359-17 Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test
Marcado y Rotulado.	La luminaria deberá contar con la grabación de la sigla y logotipo de la empresa (GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA O SEAL) y año de fabricación en bajo o alto relieve sobre la propia carcasa. No deberá utilizar ningún tipo de adhesivo, esta característica se verificará en la muestra. Se indica que se presentará una muestra por cada potencia. En cuanto a la característica del rotulado en alto y bajo relieve deberá cumplir, no necesariamente con el nombre de la empresa. Así mismo la muestra es el producto	Para el marcado, cumplir con lo indicado en la Sección 3 de la NTP IEC 60598-1:2014 LUMINARIAS. Parte 1: Requisitos generales y ensayos 1a edición.

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	final que servirá para apreciar los componentes principales en relación al acabado del material, uniformidad, presentación; es decir los aspectos cualitativos.	
Tensión de Alimentación (voltios): 220V +/- 7.5% como mínimo.	Cumplir con lo establecido en la Subregla 2, Regla 020-500 del código de la referencia, además con lo establecido en el numeral 5.1.2 de Tolerancias de la NTCSE.	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM y Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos - NTCSE
Frecuencia: 60 Hertz	Cumplir con lo establecido en la Regla 020-502 del código de la referencia	Código Nacional de Electricidad - Utilización aprobado por Resolución Ministerial N° 037-20a6-MEM/DM,
Consumo en Potencia (W) ≤45	Cumplir con lo establecido en el numeral 7 de la norma de la referencia. En el consumo máximo de potencia están incluido los equipos auxiliares.	UNE-EN 62722-2-1: 2016 Prestaciones de las luminarias Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias LED
Grado de Protección de la Luminaria (IP): 66 mínimo	Cumplir con lo establecido en la Sección 3.6.1 de la norma de la referencia	NTP-IEG 60598-2-3:2014 LUMINARIAS. Parte 2: Requerimientos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
Resistencia de Impactos de la luminaria (IK): 08	Cumplir con lo establecido en toda la norma de la referencia	UNE-EN 62262:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
Vida útil de la luminaria LED: ≥ 100000 h L70 B10	Cumplir con lo establecido en las Secciones 10.1 y 10.2 de la norma de la referencia, y en las demás normas considerar todo el contenido. El significado de L70 B10 es el	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED y

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	factor de mantenimiento del flujo luminoso asignado, en el presente caso es al 70% del flujo inicial al final de la vida útil nominal o declarada por el fabricante y con el 10% de tasa de fallas. La vida de la luminaria LED deberá ser realizada a una temperatura de 25 grados centígrados	LM 80 Measuring Lumen Maintenance of Led Light Sources, TIVI21 Lumen Degradation Lifetlme Estimation Method for LED Light Sources y IES LM-79 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Eficacia Luminosa de la Luminaria: ≥ 110 lm/w, incluido los equipos auxiliares	Cumplir con lo establecido en el Numeral 8.3 de la norma de la referencia	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED.
Temperatura de funcionamiento: $\leq -20^{\circ}\text{C}$ -- $+40^{\circ}\text{C} \leq$	Cumplir con lo establecido en la Sección 10.3.2.2.1 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Factor de Potencia ≥ 0.90	Cumplir con lo establecido en la Sección 7.2 de la norma de la referencia	IEC 62717:2014+AMD1 2015 CSV LED modules for general lighting – Performance requirements
Temperatura de color (K) 4000K +/- 275	Cumplir con lo establecido en la Sección 4 de la norma de la referencia	ANSI C78.377 A Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products y IES LM-79-08 "Electrical and Photometric measurement of solid-state lighting products"
Índice de reproducción cromática IRC: ≥ 70	Cumplir con lo establecido en el Numeral 9.3 de la norma de la referencia y en la otra norma considerar todo el contenido	Norma UNE-EN 62722-2-1:2016 Prestaciones de las Luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias de LED 0 IESNA "Illuminating Engineering Society of North America"- LM-79-08
Módulo de protección contra picos de sobretensión Mínimo	Toda la norma ANSI/IEEE C62.41.2;2002 ó Parte 11 de la	ANSI/IEEE C62.41.2:2002 Recommended Practice

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
10KV, 5KA	Norma IEC 61643-11:2011	on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000V and Less) AC Power Circuits o IEC 61643-11: 2011 Low-voltage surge protective devices
Compatibilidad para sistemas de telegestión o control a distancia sistema "plug & play", A través de un conector tipo NEMA socket de siete (07) pines	Según norma de la referencia	ANSI C136.41 estándar
Temperatura ambiente asignada máxima (ta) 40 °C	Según norma de la referencia. Temperatura ambiente asignada, se refiere a la temperatura asignada a una luminaria por su fabricante, para indicar la temperatura constante más elevada a que puede funcionar en condiciones normales. Esto no descarta un funcionamiento momentáneo a una temperatura no superior a 10°C.	IEC 60598-1:2014, Requirements and tests.
Distorsión de Armónicos en corriente $\leq 20\%$	Cumplir con lo establecido en la norma de la referencia	IEC61000-3-2;2014 ó su equivalente a NTP en el momento de la compra
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Iluminancia Media Emed; Mínimo 10 lux	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad media de la luminaria ≥ 0.35	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Uniformidad longitudinal	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución"

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
≥ 65%		- 2002
Parámetros Requeridos al 100% de Operatividad Luminancia Media mínima 0.5 cd/m2 y Máximo 1.0 cd/m2.	Datos de simulación de acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Requisitos Generales: Instalación unilateral al lado izquierdo del flujo vehicular. Vano promedio: 30 m. Ancho de vía: 7 m. Revestimiento oscuro: (R3007). Número de carriles: 2 vías de un solo sentido de circulación. Altura de montaje: 9 m. El valor del factor de mantenimiento es 0.9 Overhang (retranqueo): 1.5 metros. Angulo de inclinación del Pastoral: 15°.	De acuerdo a la norma de la referencia	Norma Técnica DGE "Alumbrado de vías públicas, en zonas de concesión de distribución" - 2002
Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de lámparas	De acuerdo a la norma de la referencia	IEC 62471: 2006, Photobiological safety of lamps and lamp systems.
Envase y/o embalaje	Todas las luminarias serán embaladas por separado, de manera tal que permita su fácil identificación y transporte, para así garantizar la integridad del producto hasta su utilización, Los recipientes o cajas de embalaje de las luminarias serán de cartón o de madera, estos serán consistentes de manera que puedan soportar hasta cuatro recipientes o cajas de	

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	embalaje de luminarias similares apiladas sobre ella. Cada caja o recipiente deberá incluir, necesariamente, un manual de instrucciones de la luminaria indicando como mínimo información sobre: • Instalación de luminaria. • Uso de la luminaria. • Mantenimiento de la luminaria. • Posición normal de funcionamiento. • Peso de la luminaria más el equipo auxiliar. • Dimensiones exteriores Cada caja o recipiente deberá llevar impresa de manera permanente la leyenda siguiente: • Marca del fabricante. • Nombre de la empresa de distribución • Dimensiones y pesos • Forma correcta de transportarlo y almacenarlo.	
Concesión de Distribución para una vía tipo III (Éstos cálculos serán entregados con la propuesta técnica)	Angulo de inclinación del Pastoral: 15°. Se deberá entregar el reporte en formato impreso de los cálculos de iluminación, la matriz de intensidades en medio magnético, bajo el formato IES para verificación mediante un Software independiente, un CD con un software con el cual se realizaron los cálculos de iluminación, adjuntando carta de autorización de uso; en caso el software sea de distribución gratuita, debe señalarse dicha condición y manual de uso. Dicho software deberá permitir verificar los resultados presentados. Se presentará la matriz de intensidades de la luminaria ofertada. Esta matriz deberá ser emitida por un	

LUMINARIA CON TECNOLOGÍA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO HASTA 45 W		
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	REFERENCIA
	laboratorio acreditado para realizar pruebas fotométricas, por un miembro perteneciente a la IAF-MLA, IECEE, ILAC o IAAC. El formato de la matriz será conforme con la norma CIE 140. El flujo utilizado en los cálculos de iluminación debe corresponder al flujo indicado en las fotometrías realizadas a la luminaria	
Pruebas Electromecánicas	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a lo solicitado en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos fotométricos de acuerdo a la normativa IES LM-79-08.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Ensayos de acuerdo a la normativa IES LM-80 suministrado por el fabricante del LED.	Adjuntar Protocolos de Pruebas acorde a los laboratorios especificados en el numeral 6.4 de los presentes términos de referencia.	
Difusor	Sera de vidrio templado liso plano de alta transmitancia.	

Fuente: FONAFE, s.f.

Los datos técnicos ofertados deberán ser sustentados con catálogos, manuales, folletos, brochures u otros documentos técnicos similares emitidos por el fabricante. Sin embargo, en caso los documentos antes mencionados no detallasen todas las características técnicas establecidas en las bases de la compra que se realiza en el Proyecto (FONAFE, s.f.).

3.11. PRUEBAS TIPO: FOTOMÉTRICAS, ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

La presentación de los resultados de los ensayos de Pruebas Fotométricas, Eléctricas y Mecánicas que se realizarán en cumplimiento de las Normas IEC60598 e IEC62262, IESLM-79-08, IESLM-80, IEC62471, emitidos por laboratorios acreditados por un reconocido NCB (National Certification Body) dentro del IECEE (The IEC System for

Conformity Testing and Certification of Electrical Equipment) CB Scheme vigente, debidamente sustentado con una copia de su certificado de aceptación de la IECCE y/o IAF-MLA (International Accreditation Forum -Multilateral Recognition Arrangement). Las pruebas mínimas solicitadas, acorde a la Norma IEC 60598 se listan en el Cuadro N° 01 del presente documento, mientras que las pruebas de impacto IK, se realizarán bajo la norma IEC 62262 (Ficha de homologación proyecto).

Los ensayos serán válidos a partir de las versiones de la norma IEC 60598-2-3 (2002) e IEC60598-1 (2008), se aceptarán las normas de la versión acreditada.

Tabla N° 12. Pruebas acorde a las Norma IEC60598

Prueba Requerida	Norma IEC 60598 Cláusula: IEC 60598-2-3 (IEC 60598-1)
Clasificación de la luminaria	3.2 (2)
Tipo de Protección	3.2 (2.2)
Grado de Protección	3.2 (2.3)
Construcción	3.6 (4)
Clasificación IP	3.6.1 (-)
Medios de fijación de la luminaria	3.6.3 (-)
Prueba de carga estática para luminaria	3.6.3.1 (-)
Reemplazo de componentes sin dificultad	3.6 (4.2)
Pasos de cable	3.6 (4.3)
Bornes y conexión a la red de alimentación- Contacto a partes de metal.	3.6 (4.7.1)
Prueba conductor vivo 8 mm	3.6 (4.7.2)
Bornes para conductores de alimentación	3.6 (4.7.3)
Conexiones eléctricas	3.6 (4.11)
Presión de contacto	3.6 (4.11.1)
Material de los partes conductoras	3.6 (4.11.4)

Resistencia mecánica	3.6 (4.13)
Prueba de impacto	3.6 (4.13.1)
Resistencia a la corrosión	3.6 (4.18)
Resistencia a la corrosión oxidación	3.6 (4.18.1)
Corrosión del aluminio	3.6 (4.18.3)
Riesgos mecánicos	3.6 (4.25)
Líneas de fuga y distancias en el aire	3.7 (11)
Cableado interno y externo	3.10 (5)
Protección contra los choques eléctricos	3.11 (8)
Pruebas de endurancia y calentamiento	3.12 (12)
Prueba de endurancia	3.12 (12.3)
Prueba de calentamiento en funcionamiento normal	3.12 (12.4)
Prueba de calentamiento en funcionamiento anormal	3.13 (9)
Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	3.14 (10)
Resistencia al calor, al fuego y las corrientes superficiales.	3.15 (13)

Fuente: Ficha de homologación proyecto

3.12. NORMATIVA DE FISCALIZACION ELECTRICA – OSINERGMIN

Según lo establecido por el inciso c) del artículo 3° de la Ley N° 27332 – Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, la función normativa de los Organismos Reguladores, entre ellos OSINERGMIN tiene la facultad exclusiva de dictar, en el ámbito y en materia de su respectiva competencia, los reglamentos de los procedimientos a su cargo, normas de carácter general referidas a actividades supervisadas o de sus usuarios. (OSINERGMIN, 2000).

OSINERGMIN tiene como función el supervisar el cumplimiento del inciso b) del artículo 31° de la Ley de Concesiones Eléctricas, el cual establece que las empresas tienen la obligación de conservar y mantener sus obras e instalaciones

en condiciones adecuadas para su operación eficiente, de acuerdo a lo previsto en su contrato de concesión, lo cual esta investigación enfocara una parte favorable para la entrega de este proyecto a la Concesión representada en este caso de SEAL (OSINERGMIN, 2000).

3.12.1. PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE LA OPERATIVIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO- PROCEDIMIENTO N°078 – 2007-OS/CD

Según la normativa este procedimiento tiene como objetivo definir y clasificar las deficiencias que afectan la operatividad de las unidades de alumbrado público, así como fijar los plazos máximos para que el concesionario subsane las mismas. Asimismo, el procedimiento establecerá las pautas que deben seguir tanto el OSINERGMIN como los concesionarios en este caso Sociedad Eléctrica Sur Oeste S.A. (SEAL), para realizar la supervisión de la operatividad de las unidades de alumbrado público, como la presente investigación abarcara algunas normas en base al objetivo General:

- Norma Técnica de Alumbrado Público en Zonas de Concesión de Distribución - (NTAP), aprobado con R.M. N° 013-2003-EM/DM.
- OSINERGMIN No.042-2018-OS-CD - Sectores Típicos
- Resolución Directoral N°001-2006-EM/DM, Factores KALP para el servicio de alumbrado público.
- Resolución de Consejo Directivo de OSINERGMIN N° 054-2004-OS/CD, Incorporación de Tipificaciones de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de (OSINERGMIN, 2000).

DEFICIENCIAS TÍPICAS EN ALUMBRADO PÚBLICO

Grupo de deficiencias de alumbrado público consideradas en el procedimiento para efectos de la supervisión de la operatividad de la UAP, reportes de deficiencias (denuncias) y plazos de subsanación. Se clasifican de la siguiente manera:

- DT1: Lámpara inoperativa: Lámpara apagada, lámpara con encendido intermitente o inexistencia de lámpara.
- DT2: Pastoral roto o mal orientado. - Cuando la luminaria, el pastoral, braquete o soporte a pared esté roto, desprendido o girado fuera de su posición de diseño que imposibilita el cumplimiento de su función.
- DT3: Falta de UAP. - Cuando entre postes o soportes existentes con alumbrado, falta un poste de alumbrado originado por deterioro, choque de vehículos u otra causa, o existiendo el soporte falta el artefacto de alumbrado público.
- 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.
- DT5: Difusor roto, inexistente, opaco o fuera de su posición de diseño.

Se tendrá un adecuado monitoreo del nuevo sistema de Iluminación LED, reduciendo estas deficiencias, ya que serán mucho más eficientes en su instalación y no comprenderá de componentes que genere una deficiencia, optimizando los plazos de atención en otras zonas y reduciendo posibles multas fiscalizables por OSINERGMIN.

En el Perú, las empresas distribuidoras tienen a su cargo el Alumbrado Público (AP), con poca intervención de los Municipios y límites estrictos respecto al máximo que pueden cobrar a los usuarios por tal servicio. Se observó que algunas empresas diferían los gastos de mantener plenamente operativo el servicio de AP con la consecuente acumulación de reclamos sin atender.

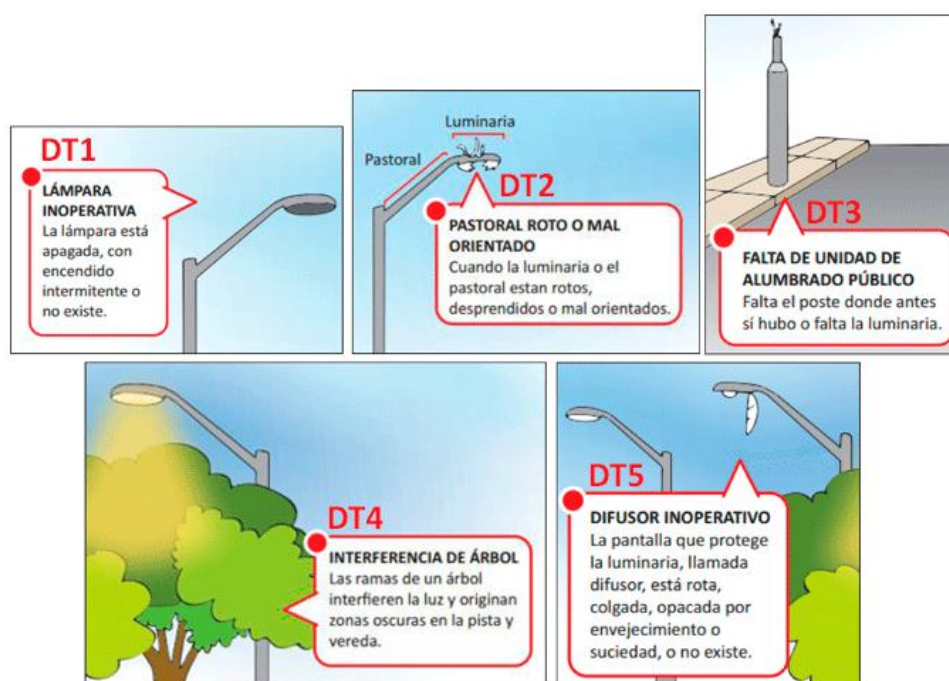
Para superar tal problema, el 2003 OSINERGMIN normó la obligación de las empresas respecto al mantenimiento del AP y atención de deficiencias, estableciendo tolerancias máximas de Unidades de AP deficientes y plazos máximos para atender las denuncias por este servicio. El año 2009 este procedimiento obtuvo el prestigioso premio a las Buenas Prácticas en Gestión Pública organizado por la Organización Ciudadanos al Día. Desde el año 2006 el procedimiento cuenta con la Certificación ISO 9001. (Osinergmin, Normas Técnicas del SubSector Electricidad, 2003)

Tabla N° 13. Códigos de la deficiencia típica

Cód.	Descripción de la deficiencia típica
DT1	Lámpara apagada, encendido intermitente o no existe
DT2	Luminaria, pastoral, braquete o soporte a pared esté roto, desprendido o fuera de su posición de diseño
DT3	Falta unidad de alumbrado público (UAP) donde antes hubo
DT4	Interferencia de follaje de árbol origina zona oscura
DT5*	Difusor roto, fuera de su posición de diseño, inexistente u opacado

Fuente: Osinergmin, Normas Técnicas del SubSector Electricidad, 2003

Figura N° 50. Códigos de la deficiencia típica



Fuente: Osinergmin, Normas Técnicas del SubSector Electricidad, 2003

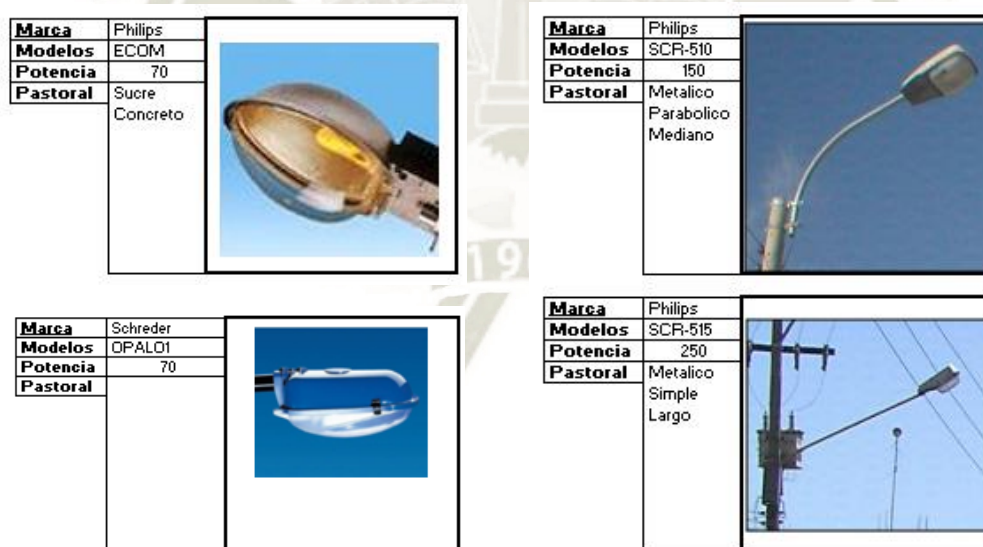
3.13. DESARROLLO DE PROYECTO Y CALCULOS

Para la realización de esta parte del objetivo, se optó la selección de la tecnología que mayormente se ajuste a los requerimientos del proyecto, dentro de una variedad de luminarias tomamos como Proveedor 1St Beam S.R.L. considerado en estudios de viabilidad. Los Catálogos obtenidos, donde se puede observar la información relacionada con las características técnicas de cada marca. (Aguirre, 2017)

El proyecto consistirá en ver la factibilidad de mejorar la red secundaria convencional, implementando luminarias led integradas con paneles solares, y a su vez alimentada por la red, su conmutación se verá reflejada con centros de transferencia dentro de las Subestaciones, la cual solo mencionaremos el funcionamiento ese desarrollo, contemplando una iluminación sostenible.

Las condiciones recomendadas son con postes de 7 a 8 metros con una separación entre vanos de 18 a 23 metros con un promedio de 5000 lúmenes, las redes secundarias se encuentran sometidas con luminarias existentes otorgadas por SEAL (Aguirre, 2017)

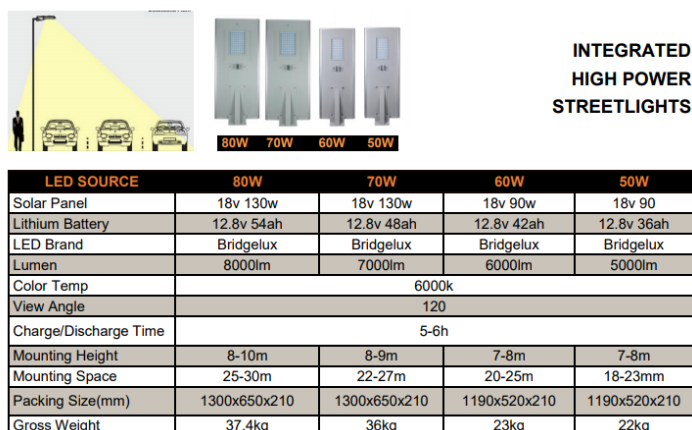
Figura N° 51. Lámparas usadas en la variante Uchumayo Tramo III



Fuente: Elaboración propia

Las lámparas utilizadas con panel integrado reemplazarán a todo el tramo de la variante Uchumayo, en la cual el fabricante indica parámetros a tomar para su diseño.

Figura N° 52. Alumbrado público integrado de alta potencia



Fuente: Catálogo N° 1 Integrated solar Street Lights

Tabla N° 14. Parámetros en condiciones de Potencia

Para evaluar y comparar resultados por el tipo de vía según la NTP – DGE 013-2003

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez - Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-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.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica.- Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos. -Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	Permite el acceso al comercio local	-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. -Se permite estacionamiento. -No se permite vehículos de transporte público. - Flujo peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. -Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Local Residencial 2	V	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas sin asfaltar. -Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Vías peatonales	V	Permite el acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.

Fuente: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>

Tabla N° 15. Tipos de alumbrado según la clasificación vial según DGE

Siendo esta las condiciones con la Normativa Peruana considerando una vía EXPRESA tomando como alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. evaluamos otras normas consideradas en Latinoamérica para contrastar resultado como la RETILAP – Colombia, indicada en la siguiente tabla con los datos ya definidos. (Aguirre, 2017)

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

Fuente:

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

Tabla N° 16. Recomendaciones para disposición de Luminarias -T510-5-1

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral $T\%$ Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2,0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

Fuente:

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

Tabla N° 17. Tipos de alumbrado según la clasificación - NTC 0900 - REPTILAP

Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación S/H	Disposición de las luminarias	
			Criterio	Disposición
M1	12 - 14	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M2	10 - 12	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M3	8,5 - 10	3,5 - 4	Ancho de la calzada menor	Unilateral
M4	7 - 9	3,5 - 4	Unilateral	
M5	6	3,5 - 4	A criterio del diseñador	

Fuente:

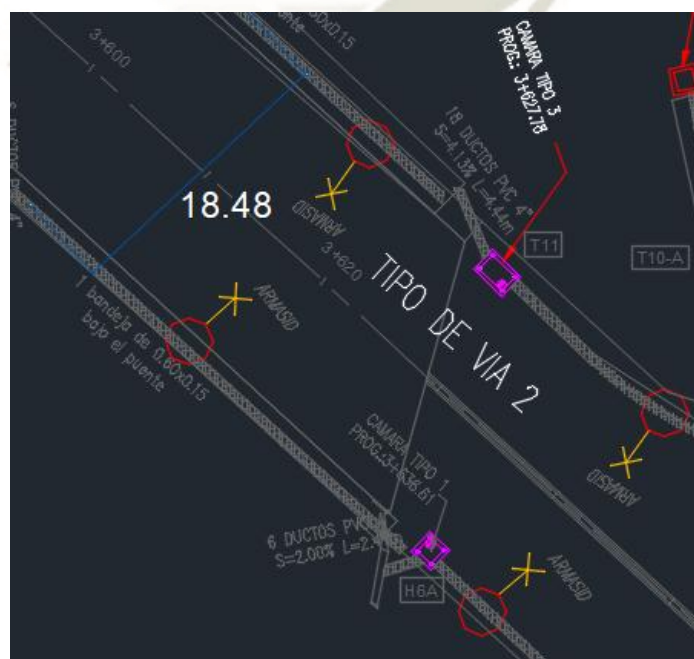
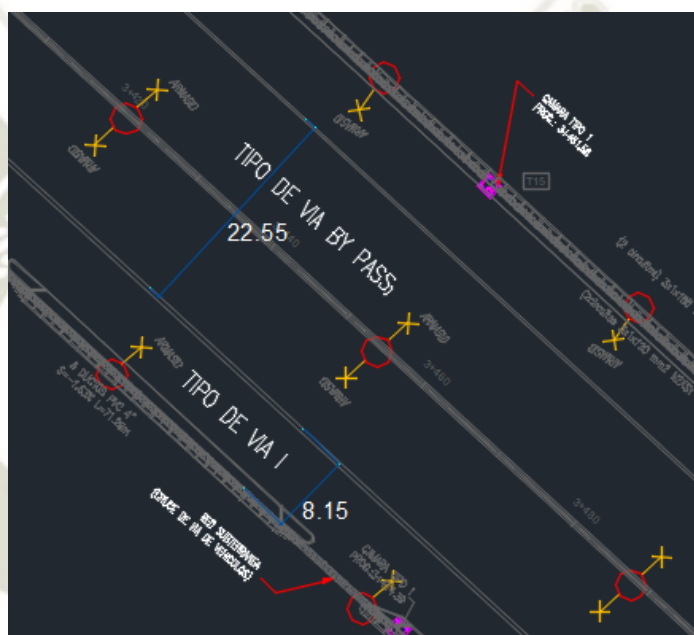
http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

3.14. CONFIGURACION VIAL DE VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

Para la evaluación de los tramos realizados en las obras civiles comprende 3 tipos de disposiciones:

- VIA BY PASS (Disposición central doble)
- VIA I (Disposición Unilateral)
- VIA II (Disposición Bilateral opuesta con separador)

Figura N° 53. Distancia de Calzada en Variante Tramo III

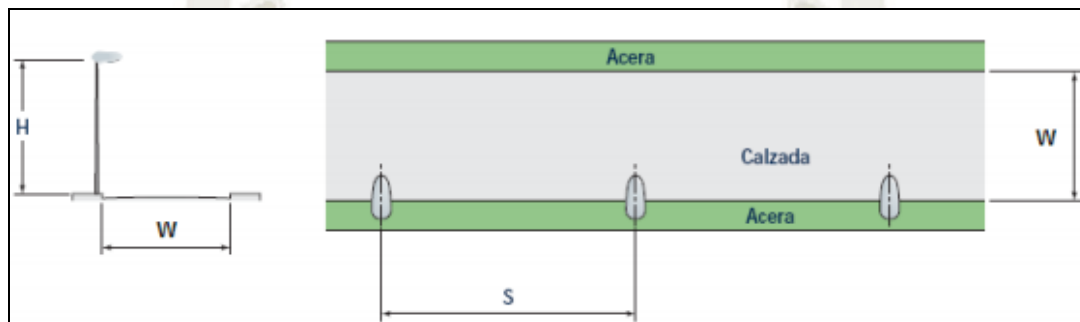


Fuente: Elaboración propia

3.14.1. DISPOSICIÓN UNILATERAL:

Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos para las alturas de montaje, interdistancia y menor potencia eléctrica requerida (Alumbrado Público).

Figura N° 54. Disposición Unilateral



Fuente:

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

Considerando diseño de altura de 7 – 8 metros con una potencia de 50W, y vanos de 23 metros según el fabricante considerando el tipo de calzada y altura, para la adEc. de los puntos y coordenadas en toda la variante tramo III (Alumbrado Público).

Figura N° 55. Características de luminarias led

LED SOURCE	80W	70W	60W	50W
Solar Panel	18v 130w	18v 130w	18v 90w	18v 90
Lithium Battery	12.8v 54ah	12.8v 48ah	12.8v 42ah	12.8v 36ah
LED Brand	Bridgelux	Bridgelux	Bridgelux	Bridgelux
Lumen	8000lm	7000lm	6000lm	5000lm
Color Temp	6000k			
View Angle	120			
Charge/Discharge Time	5-6h			
Mounting Height	8-10m	8-9m	7-8m	7-8m
Mounting Space	25-30m	22-27m	20-25m	18-23mm
Packing Size(mm)	1300x650x210	1300x650x210	1190x520x210	1190x520x210
Gross Weight	37.4kg	36kg	23kg	22kg

Fuente: Catalogo N° 1 Integrated solar Street Lights

Con los vanos de 23 metros como promedio en Led integrador Solar

$$\frac{S}{H} = 4$$

(Ec. 30)

$$\frac{23}{H} = 4$$

$$\frac{23}{4} = H$$

$$H = 5.75 \text{ metros} = 7 \text{ metros}$$

Con los vanos de 30 metros como promedio en Vapor de Sodio.

$$\frac{30}{4} = H$$

(Ec. 31)

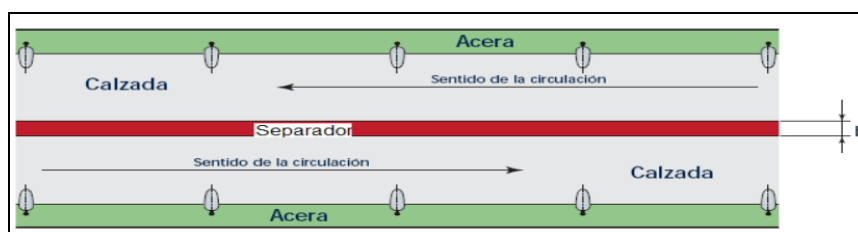
$$H = 7.5 \text{ metros} = 8 \text{ metros}$$

Resultado: se usarán postes de 8 metros de altura según fabricante y norma evaluada al tipo de calzada

3.14.2. DISPOSICIÓN BILATERAL OPUESTA CON SEPARADOR:

Cuando la vía presenta un ancho W muy superior a la altura de montaje hm de las luminarias ($1,25 < (W/hm) < 1,75$), se recomienda utilizar luminarias clasificadas como Tipo III de la IESNA ó de dispersión ancha en el modelo de la CIE en disposición bilateral opuesta, aunque se puede utilizar cualquier tipo de clasificación siempre y cuando se cumpla con los requisitos fotométricos exigidos y el diseño sea el más económico. En este caso, la iluminación consta de dos filas de luminarias: una a cada lado de la vía y cada luminaria se encuentra enfrentada con su correspondiente del lado contrario. Por otra parte, el solo uso de la disposición no garantiza el resultado. El diseño completo contempla una solución integral a la iluminación de la vía propuesta incluidos los alrededores inmediatos. Esta disposición sobre vías principales, es comúnmente usada si se requiere solamente para iluminación doble propósito: la vehicular y la peatonal (Alumbrado Público).

Figura N° 56. Diseño Norma REPTILAP



Fuente:

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

$$Hm = 8$$

$$W = 8$$

$$\frac{W}{Hm} = 1 \text{ Aprox } 1.25 \quad (\text{Ec. 32})$$

Proveedor

$$W = \text{NO INDICA}$$

$$Hm = 7 - 8 \text{ metros}$$

$$\frac{W}{Hm} = 1.25$$

$$Hm = 8 \text{ metros}; W = 10 \text{ metros}$$

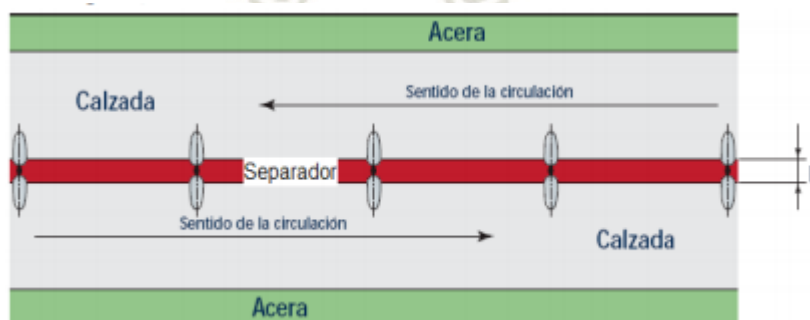
$$Hm = 7 \text{ metros}; W = 8.75 \text{ metros}$$

Resultado: Las dimensiones según norma cumplen con los estándares del proveedor respecto a la calzada (Alumbrado Público).

3.14.3. DISPOSICIÓN CENTRAL DOBLE:

Donde los carriles de circulación en una dirección y otra se encuentran separados por un pequeño separador que no debe ser menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales. Esta manera de agrupar las luminarias se denomina central sencilla (Alumbrado Público).

Figura N° 57. Diseño Norma REPTILAP



Fuente:

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf

$$Hm = 8$$

$$W = 11$$

$$\frac{W}{Hm} = 1.37 \quad (\text{Ec. 33})$$

Proveedor

$$W = \text{NO INDICA}$$

$$Hm = 7 - 8 \text{ metros}$$

$$\frac{W}{Hm} = 1.37$$

$$Hm = 8 \text{ metros}; W = 10.96 \text{ metros}$$

$$Hm = 7 \text{ metros}; W = 9.59 \text{ metros}$$

Resultado: Las dimensiones según norma cumplen con los estándares del proveedor respecto al altura del poste y la calzada.

3.15. CALCULO DE REDES SECUNDARIAS ALUMBRADO PUBLICO

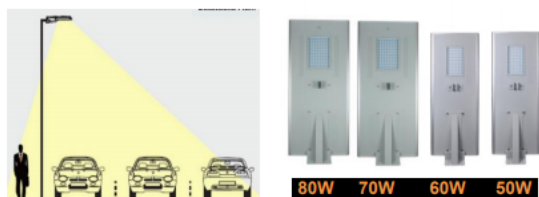
Según la cantidad de lúmenes indicadas por la luminaria integrador solar son de 5000 lúmenes comparadas a uno de vapor de sodio de alta presión con 250 W (Alumbrado Público).

Sabemos que reemplazaría alas de Vapor de Sodio con la misma configuración y distancias:

$$1x \frac{\text{lumen}}{m^2} = 1 \text{ lux} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$5000 x \frac{\text{lumen}}{m^2} = 5000 \text{ lux}$$

Figura N° 58. Alumbrado público integrado de alta potencia



**INTEGRATED
HIGH POWER
STREETLIGHTS**

LED SOURCE	80W	70W	60W	50W
Solar Panel	18v 130w	18v 130w	18v 90w	18v 90
Lithium Battery	12.8v 54ah	12.8v 48ah	12.8v 42ah	12.8v 36ah
LED Brand	Bridgelux	Bridgelux	Bridgelux	Bridgelux
Lumen	8000lm	7000lm	6000lm	5000lm
Color Temp	6000k			
View Angle	120			
Charge/Discharge Time	5-6h			
Mounting Height	8-10m	8-9m	7-8m	7-8m
Mounting Space	25-30m	22-27m	20-25m	18-23mm
Packing Size(mm)	1300x650x210	1300x650x210	1190x520x210	1190x520x210
Gross Weight	37.4kg	36kg	23kg	22kg

Fuente: Catalogo N° 1 Integrated solar Street Lights

ALUMBRADO PUBLICO

- Demanda máxima por lámpara : 50w.
- Total : 50w.
- Tensión de Servicio : Trifásico 380V
- Factor de Simultaneidad : 1
- Factor de Potencia : 0.9
- Caída de Tensión Admisible : 11V (5%)
- Sistema : Monofásico

MAXIMA DEMANDA DE ALUMBRADO PUBLICO

La máxima demanda considerada por la subestación en el proyecto es la mostrada en el siguiente cuadro de cargas y evaluada en los cálculos (Alumbrado Público).

Consideramos la cantidad de lámparas en tramos de la vía comparadas con las lámparas de LED INTEGRADOR SOLAR Y SODIO

Tabla N° 18. Máxima demanda de alumbrado público

VARIABLES	LED INTEGRADOR SOLAR	SODIO
Potencia (W)	50	250
Total (kW)	0.05	0.25
Lúmenes	5000	5000
Cantidad	60	45
Potencia Total (W)	3000	11250

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19. Subestación – 01 de 3KVA

S.E	CIRCUITO	SECCION	CORRIENTE	POTENCIA
Fases	Cantidad	(mm2)	(Amp)	(W)
1 R-N	C-1 A.P	NY 2-1x10	1.7	374
2 S-N	C-2 A.P	NY 2-1x10	1.5	330
3 T-N	C-3 A.P	NY 2-1x10	1.8	396
			TOTAL	1100

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20. Subestación – 02 de 3KVA

S.E	CIRCUITO	SECCION	CORRIENTE	POTENCIA
Fases	Cantidad	(mm2)	(Amp)	(W)
1 R-N	C-1 A.P	NY 2-1x10	1.7	374
2 S-N	C-2 A.P	NY 2-1x10	1.5	330
3 T-N	C-3 A.P	NY 2-1x10	1.8	396
			TOTAL	1100

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21. Subestación – 03 de 3KVA

S.E	CIRCUITO	SECCION	CORRIENTE	POTENCIA
Fases	Cantidad	(mm2)	(Amp)	(W)
1 R-N	C-1 A.P	NY 2-1x10	1.7	374
2 S-N	C-2 A.P	NY 2-1x10	1.5	330
3 T-N	C-3 A.P	NY 2-1x10	1.8	396
			TOTAL	1100

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22. Subestación – 04 de 3KVA

S.E	CIRCUITO	SECCION	CORRIENTE	POTENCIA
Fases	Cantidad	(mm2)	(Amp)	(W)
1 R-N	C-1 A.P	NY 2-1x10	1.7	374
2 S-N	C-2 A.P	NY 2-1x10	1.5	330
3 T-N	C-3 A.P	NY 2-1x10	1.8	396
			TOTAL	1100

Fuente: Elaboración propia

Cada subestación comprende un radio de 500 a 600 metros en toda la variante Uchumayo, ver planos adjuntos para el desarrollo del proyecto, contendrá 4 transformadores de 3KVA dentro de cada SED CASETA, transformando la red de MT de 10KV/0.38KV, tomando las fases – neutro de 220V, balanceando las cargas en cada una R-N, S-N, T-N, instalando 03 circuitos por SED, con una llave general de 30 Amperios, trifásico 380V (Alumbrado Público).

3.16. CALCULO CAIDA DE TENSION

Con las lámparas Integrated Solar Lights realizaremos el cálculo de caída de tensión para evitar caídas del 5% dentro del sistema al momento de actuar el banco de baterías al producirse un BLACKOUT a lo largo de la avenida, considerando un sistema de transferencia dentro de cada Subestación, siendo como emergencia ante estos eventos. Por otra parte se evaluará como plan estratégico en la mejora de las redes secundarias en todas las vías de ingreso a Arequipa; hablar del diseño del banco de baterías y Tablero de transferencia no se brindara detalles ya que ese no es el objetivo de esta investigación (Alumbrado Público).

3.17. CÁLCULO DE CONSUMO DE ALUMBRADO PÚBLICO CON PROYECCIÓN EN COSTO - BENEFICIO

Para los cálculos de consumo en los diferentes eventos se realiza mediante la fórmula

$$C = \frac{Q \times N_d \times F_m \times F_u \times 24}{1 - P_R} \quad (\text{Ec. 35})$$

Tabla N° 23. Consumo de alumbrado público con proyección en costo - beneficio

VARIABLES	LED	SODIO
Q (KW)	0.05	0.25
Fm (factor de mantenimiento)	0.95	0.91
Fu (factor de utilización)	0.5	0.5
1-PR=Eficiencia	0.92	0.92
Total (kWh)	18.58695652	89.02173913

Fuente: <https://images.app.goo.gl/zsQgwnVCB7SMDVUQ9>

Según la resolución 001-2006 nos indica que los costos asumidos por los usuarios en zonas urbanas son evaluados según el sector típico designados por OSINERMIN, estas consideraciones toman a Arequipa como Sector Típico 2 (Alumbrado Público).

$$\text{PALP} = \text{FALP} / \text{FTOT} \quad (\text{Ec. 36})$$

Donde:

PALP = Porcentaje de facturación máximo por el servicio de alumbrado público de la empresa de distribución eléctrica aplicable al semestre de facturación.

FTOT = Monto facturado total en el semestre anterior (enero-junio o julio-diciembre).

FALP = Facturación estimada máxima por el servicio de alumbrado público del semestre anterior que se calculará como el producto del número de suministros (N) al final del semestre anterior, multiplicado por el factor KALP correspondiente y la sumatoria de los precios medios mensuales del semestre anterior ($\sum \text{PMAP}$).

Donde la Facturación estimada es calculada por los siguientes parámetros

$$FALP = N \times KALP \times \sum PMAP \quad (\text{Ec. 37})$$

Tabla N° 24. Factores KALP

Sector-Segmento	KALP kW.h/Usuario-mes
2 Segmento A 3 Segmento A	11,0
2 Segmento B 3 Segmento B	10,3
4 Segmento A	6,1
4 Segmento B	4,5
5	3,3

Fuente: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/compendio/rm001-2006.pdf>

Consideramos el Segmento A ya que es una zona Industrial y consume mayor a 180KWh. Es decir, 11 Kw.H/ Usuario – mes (Precio medio del servicio de alumbrado público), se obtiene considerando el cargo de energía definida en la opción tarifaria BT5C del pliego tarifario respectivo y 360 horas de utilización mensual. Cuando en un determinado mes se presentan diversos pliegos, se establece una proporción a los días vigentes de cada pliego que emite OSINERGMIN, para su facturación para este estudio (Alumbrado Público).

Según el plan Tarifario:

<https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=40000>

Figura N° 59. Tarifa con simple medición de energía 1E – Alumbrado Público

TARIFA BT5C: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E - Alumbrado Público			
Cargo Fijo Mensual	S/./mes		3.37
Cargo por Energía Activa	ctm. S/./kW.h		54.68

Asumiendo N=30 usuarios en los alrededores de cada subestación

$$FALP = 30 \times 11 \frac{Kw.H}{Usuario.Mes} \times 3.37 \frac{Soles}{Mes} \times 0.54 \frac{Soles}{Kw.H} \quad (Ec. 38)$$

$$FALP = 600.5 \frac{Soles}{Usuario.Mes}$$

Tabla N° 25. Monto por cada subestación

Variables	LED	SODIO
Total (\$/kWh)	S/ 600.36	S/ 2,875.40

Fuente: Elaboración propia

El monto que pagarían por cada subestación, considerando que sean 4 con las consideraciones.

$$Costo Total = 4 \times FALP = 2402.13 \frac{Soles}{Usuario.Mes} \quad (Ec. 39)$$

Según los datos de la luminaria LED de 50 W nos da un tiempo de vida de 25 años para el panel solar y 50 000 horas para la lámpara LED (Alumbrado Público)

3.17.1. BALANCE DE COSTO EN CUANTO AL MANTENIMIENTO DE INTEGRADOR SOLAR

Tabla N° 26. Balance de costo en cuanto a años de vida del panel solar

AÑOS DE VIDA DEL PANEL SOLAR																									
25		S/720,639.00																							
24		S/691,813.44																							
23		S/662,987.88																							
22		S/634,162.32																							
21		S/605,336.76																							
20		S/576,511.20																							
19		S/547,685.64																							
18		S/518,860.08																							
17		S/490,034.52																							
16		S/461,208.96																							
15		S/432,383.40																							
14		S/403,557.84																							
13		S/374,732.28																							
12		S/345,906.72																							
11		S/317,081.16																							
10		S/288,255.60																							
9		S/259,430.04																							
8		S/230,604.48																							
7		S/201,778.92																							
6		S/172,953.36																							
5		S/144,127.80																							
4		S/115,302.24																							
3		S/86,476.68																							
2		S/57,651.12																							
1		S/28,825.56																							
FALP - Anual		S/28,825.56																							
TOTAL		S/720,639.00																							

Fuente: Elaboración propia

La concesionaria tendrá un monto de S/.720,639.00 por suministrar Alumbrado público dentro de 25 años para poder cambiar el panel solar.

Tabla N° 27. Años de Vida de lámparas LED 50 W

AÑOS DE VIDA DE LAMPARAS LED 50 W																									
FALP - Anual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
S/28,825.56	S/28,825.56	S/57,651.12	S/86,476.68	S/115,302.24	S/144,127.80	S/172,953.36	S/201,778.92	S/230,604.48	S/259,430.04	S/288,255.60	S/317,081.16	S/345,906.72	S/374,732.28	S/403,557.84	S/432,383.40	S/461,208.96	S/490,034.52	S/518,860.08	S/547,685.64	S/576,511.20	S/605,336.76	S/634,162.32	S/662,987.88	S/691,813.44	S/720,639.00

Fuente: Elaboración propia

La concesionaria tendrá un de mantenimiento según la cantidad de luminarias LED de 50 W

Tabla N° 28. Costo de Mantenimiento cada 5.7 años

COSTO DE MANTENIMIENTO CADA 5.7 AÑOS	
LAMPARAS CON INTEGRADOR SOLAR	240
COSTO DE LAMPARAS LED	S/. 500.00
TOTAL	S/. 120,000.00

Fuente: Elaboración propia

El costo de cambio de todas las lámparas led para darles mantenimiento al término de su periodo de vida útil es de S/. 120,000.00 soles teniendo una diferencia de S/.50.000 soles con respecto al pago del consumo de los usuarios en el año numero 6 siendo el monto de S/ 172,953.36.

Tabla N° 29. Costo de Cambio de las lámparas LED según mantenimiento

CADA 5.7 AÑOS	
MANTENIMIENTO	S/.
TOTAL	120,000.00
CONSUMO	S/.
	172,953.00
DIFERENCIA	S/.
	52,953.00

Fuente: Elaboración propia

3.17.3. BALANCE DE COSTO EN CUANTO AL MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO

Tabla N° 30. Balance de costo en cuanto al mantenimiento de luminarias de vapor de sodio 250W

AÑOS DE VIDA DE LAMPARAS VAPOR DE SODIO 250W																									
FA LP - Anual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
S/28,825.56	S/28,825.56	S/57,651.12	S/86,476.68	S/115,302.24	S/144,127.80	S/172,953.36	S/201,778.92	S/230,604.48	S/259,430.04	S/288,255.60	S/317,081.16	S/345,906.72	S/374,732.28	S/403,557.84	S/432,383.40	S/461,208.96	S/490,034.52	S/518,860.08	S/547,685.64	S/576,511.20	S/605,336.76	S/634,162.32	S/662,987.88	S/691,813.44	S/720,639.00

Fuente: Elaboración propia

El costo de mantenimiento para las lámparas de vapor de sodio es con el cambio cada 24000 horas es decir cada 3.7 años, lo cual tiene desventajas en cuanto a la luminancia y a la pobre iluminación que refleja en vías como largas como indica el REPTILAP

Tabla N° 31. Costo de mantenimiento cada 3.7 años

COSTO DE MANTENIMIENTO CADA 3.7 AÑOS	
LAMPARAS CON INTEGRADOR SOLAR	240
COSTO DE LAMPARAS VAPOR DE SODIO	S/. 25.00
TOTAL	S/. 6,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 32. Costo de Mantenimiento cada 5.7 años

CADA 3.7 AÑOS	
MANTENIMIENTO TOTAL	S/. 6,000.00
CONSUMO	S/. 86,476.00
DIFERENCIA	S/. 80,476.00

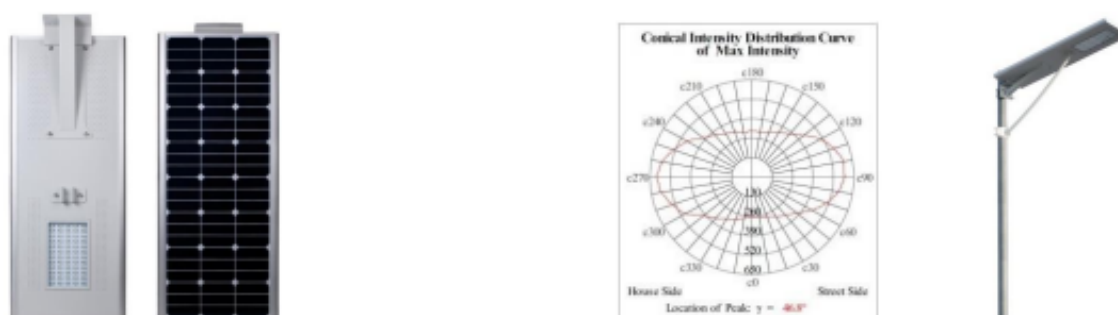
Fuente: Elaboración propia

En resumen según los datos de la luminaria LED de 50 W con lo evaluado en las lámparas de vapor de sodio de 250W sería un proyecto piloto para posteriores investigaciones en el sector energético (Alumbrado Público) con sistema de integrador solar, sabemos que esto se refleja con los costos implantados en un proyecto público para tener la innovación en futuras avenidas y garantizar el desarrollo con estos sistemas.

La diferencia que muestra lo invertido en el mantenimiento y el ingreso del consumo por los usuarios, esto indicaría un cambio de la normativa, manejando un indicador en el Sector Fiscalizador.

Figura N° 60. Especificaciones Técnicas L50

L50 – 50W TECHNICAL SPECIFICATIONS



Model:	L50	Mounting height (m):	7-8m
Solar panel Max power:	18V/80W (high efficiency imported silicon solar cell)	Space between light(m):	25-30m
Solar panel Life time	25 years	Lamps material of main:	aluminium alloy
Battery Type	lithium battery (Life time 5 years)	Certificate:	ISO / CE ROHS / IP65
LED Max power	12V 50W	Warranty period:	2years
Led chip brand	Bridgelux from USA with high brightness	Unit size:	1080*450*153mm
Lumen (LM)	6000-6500lm	N.W:	20kg
LED Life time	50000hours	Inner box:	/
Lighting Viewing Angle	120°	Carton size:	1180*510*200mm
Charge time(by sun):	6-7hours (with enough strong shine)	Q'ty/ctn:	1sets/ctn
Discharge time	10 hours	GW.for carton:	22.5 kg
Working TEMP(°C)	-20~+60	20GP container:	215 set
CCT (k)	6500k-7000k	40GP container:	448 set

Fuente: Catálogo N° 1 Integrated solar Street Lights

3.18. CALCULO DIALUX

Considerando los mismos parámetros con la NORMATIVA RETILAP las recomendaciones y requisitos para vías vehiculares (SA, 2010).

Figura N° 61. Normativa Retilap

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

Los cálculos fueron determinados por DIALUX Evo, donde muestra un reporte de los 3 casos en todo el tramo III de la variante Uchumayo, las cuales Están en los Anexos.

3.19. INGENIERIA DE DETALLE

3.19.1. CALCULO DE LA CIMENTACION DE POSTES 8/200

El diseño de la cimentación de un poste de concreto armado centrifugado se realizó de acuerdo a la capacidad portante del suelo presente en Arequipa Metropolitana y en base al estudio de suelos del expediente técnico (GOÑAS, 2008).

$$\sigma_{adm} = 1.0 \text{ kgf/cm}^2 \quad (\text{Ec. 40})$$

Las características del poste son:

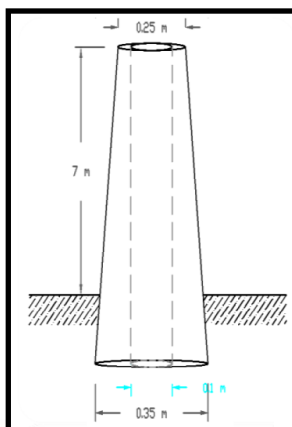
El diámetro superior del poste es: $D_s = 25 \text{ cm}$

El diámetro inferior del poste es: $D_i = 35 \text{ cm}$

El diámetro del agujero del poste es: $D_{agu} = 10 \text{ cm}$

Peso específico del concreto: $\gamma_{concreto} = 2400 \text{ kgf/cm}^2$

Figura N° 62. Dimensiones del a base del poste



Fuente: Elaboración propia

3.19.2. CALCULO DE LA ALTURA TOTAL (h)

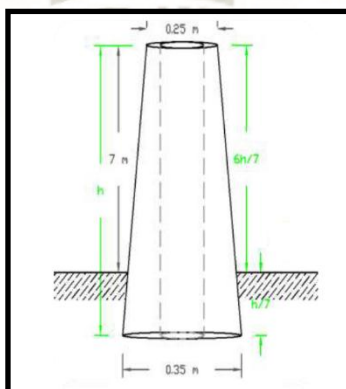
Del poste y la altura del empotramiento (h_e). Según el código nacional de electricidad; norma N° DGE 015-PD-1. Para postes de concreto armado con $h \leq 18 m$. (GOÑAS, 2008)

$$h_e = h/7 \text{ para postes simplemente enterrados.}$$

$$h_e = h/10 \text{ para postes con cimentación.}$$

Calculamos la altura del poste (h) considerando que el poste dado es simplemente enterrado y la altura hallada no variara en cada caso.

Figura N° 63. Dimensiones del a base del poste



Fuente: Elaboración propia

Vemos de la figura:

$$7 = 6h/7$$

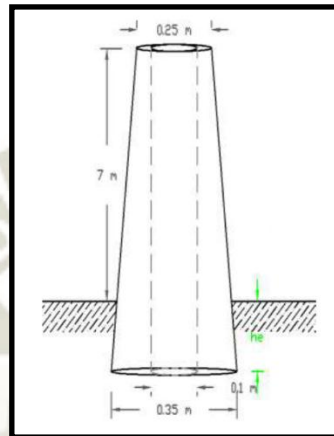
$$h = 8.17 \text{ m}$$

Con la altura hallada calculamos para cada uno de los casos:

3.19.3. ANÁLISIS DEL SUELO EN AREQUIPA

I. Hipótesis “poste no necesita cimentación” Veamos:

Figura N° 64. Dimenciones del a base del poste



Fuente: Elaboración propia

Según norma:

Hacemos los mismos cálculos como el caso anterior y nos sale la misma cantidad de esfuerzo.

$$h_e = h/7 \quad (\text{Ec. 41})$$

Comparamos (σ) que ejerce el poste al suelo y el admisible del suelo de la sierra.

$$\sigma > \sigma_{ad.sierra} \quad (\text{Ec. 42})$$

$$1.415 \text{ kgf/cm}^2 > 1 \text{ kgf/cm}^2$$

El poste va hundirse en este tipo de suelo por lo que se necesitara una cimentación “hipótesis incorrecta”

Hipótesis “poste si necesita cimentación” Veamos:

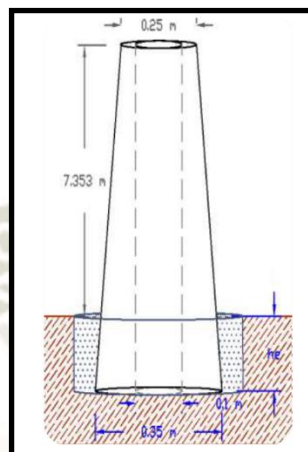
Como necesitamos cimentación la altura he varía según la forma

$$h_e = h/10 = 8.17/10 \quad (\text{Ec. 43})$$

$$h_g = 0.817m$$

Vemos que variaría la luz libre del poste de 7m a 7.353m pero la altura del poste permanece constante.

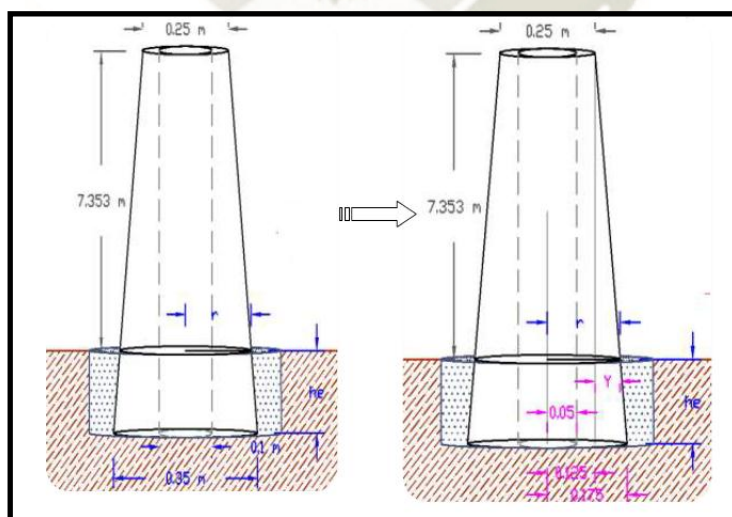
Figura N° 65. Detalle de la cimentacion del poste



Fuente: Elaboración propia

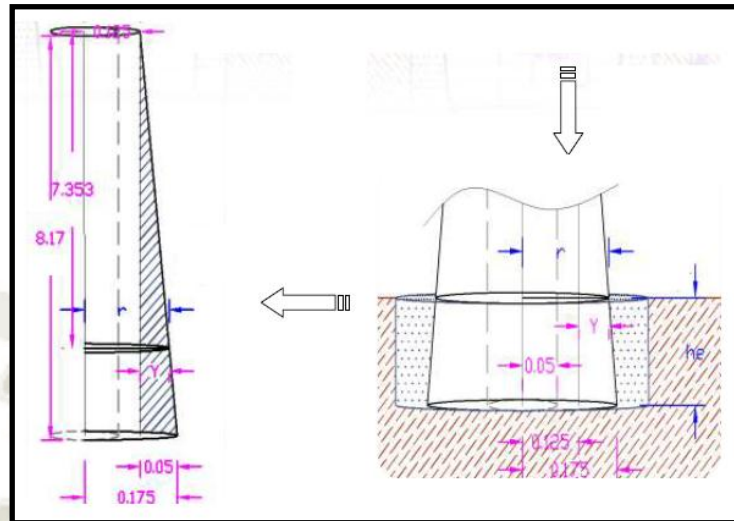
Para poder seguir con los cálculos debemos hallar el diámetro del poste al nivel de suelo. Para eso hacemos semejanza de triángulos con vemos en la Figura N°85.

Figura N° 66. Detalle de la cimentacion del poste



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 67. Corte cimentacion del poste



Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°86 en el triángulo sombreado calculemos “Y”:

$$\frac{8.17}{7.353} = \frac{0.05}{y} \quad (\text{Ec. 44})$$

$$y = 0.045$$

Entonces el diámetro del poste al nivel del suelo es:

$$D_3 = 2y \quad (\text{Ec. 45})$$

$$D_3 = 0.09 \text{ m}$$

Calculando el esfuerzo que se transmite al suelo:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{V_{\text{poste}} \times \gamma_{\text{poste}} + V_{\text{cimiento}} \times \gamma_{\text{poste}}}{A_{\text{contacto}}} \quad (\text{Ec. 46})$$

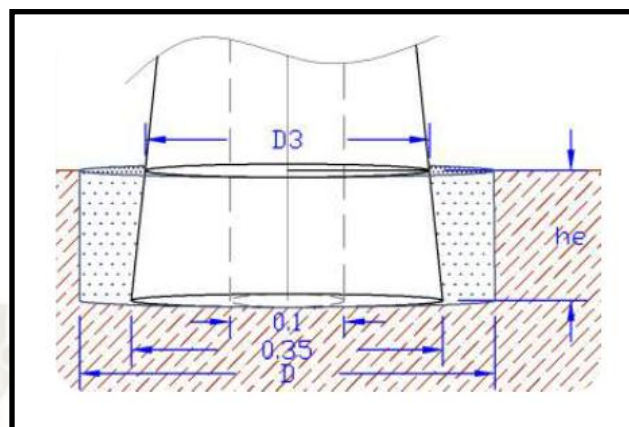
Hallando el volumen del poste y cimiento

$$V_{\text{poste}} = \frac{\pi}{12} \times h \times (D_s^2 + D_i^2 + D_s \times D_i) - \frac{\pi}{4} \times h \times D_{ag}^2 \quad (\text{Ec. 47})$$

$$V_{\text{poste}} = 0.519 \text{ m}^3$$

Para el cimiento:

Figura N° 68. Corte cimentación del poste.



Fuente: Elaboración propia

$$V_{cimiento} = \frac{\pi}{4} x h_e x D^2 - \left[\frac{\pi}{4} x h_e x (D_s^2 + D_i^2 + D_s x D_i) - \frac{\pi}{4} x h_e x D_{ag}^2 \right] \quad (\text{Ec. 48})$$

Donde:

$$h_e = 0.817m$$

$$D_3 = 0.09m$$

$$D_{ag} = 10 \text{ cm}$$

$$D_i = 35 \text{ cm}$$

$$V_{cimiento} = \frac{\pi}{4} x 0.817 x D^2 - \left[\frac{\pi}{4} x 0.817 x (0.09^2 + 0.35^2 + 0.09 x 0.35) - \frac{\pi}{4} x 0.817 x 0.1^2 \right] \quad (\text{Ec. 49})$$

$$V_{cimiento} = 0.6417 x D^2 - 0.0283$$

Hallando el área de contacto:

$$A_{contacto} = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_{ag}^2) \quad (\text{Ec. 50})$$

$$A_{contacto} = \frac{\pi}{4} (D^2 - 0.1^2)$$

Hallando el esfuerzo de la Ec. (α):

$$\sigma = \frac{V_{poste} x \gamma_{poste} + V_{cimiento} x \gamma_{poste}}{A_{contacto}} \quad (\text{Ec. 51})$$

$$\sigma = \frac{0.519 x 2400 + (0.6417 x D^2 - 0.0283) x 2400}{\frac{\pi}{4} (D^2 - 0.1^2)} \dots \dots \dots (\beta)$$

Como queremos que no se hunda el suelo debe cumplir:

$$(\sigma \leq \sigma_{ad.sierra} = 1 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{Ec. 52})$$

Igualando expresiones:

$$\frac{0.519 \times 2400 + (0.6417 \times D^2 - 0.0283) \times 2400}{\frac{\pi}{4} (D^2 - 0.1^2)} = 10000$$

Operando:

$$D^2 = 0.198961$$

$$D = 0.4461 \text{ m}$$

Diámetro mínimo a considerar:

Verificación del esfuerzo en la Ec. (β):

$$\sigma = \frac{0.519 \times 2400 + (0.6417 \times 0.4461^2 - 0.0283) \times 2400}{\frac{\pi}{4} (0.4461^2 - 0.1^2)}$$

$$\sigma = 9998.117 \text{ kgf/m}^2 = 0.9998 \text{ kgf/cm}^2$$

Cumple la comparación.

$$9998.117 \text{ kgf/m}^2 = \sigma \leq \sigma_{ad.sierra} = 1 \text{ kgf/cm}^2$$

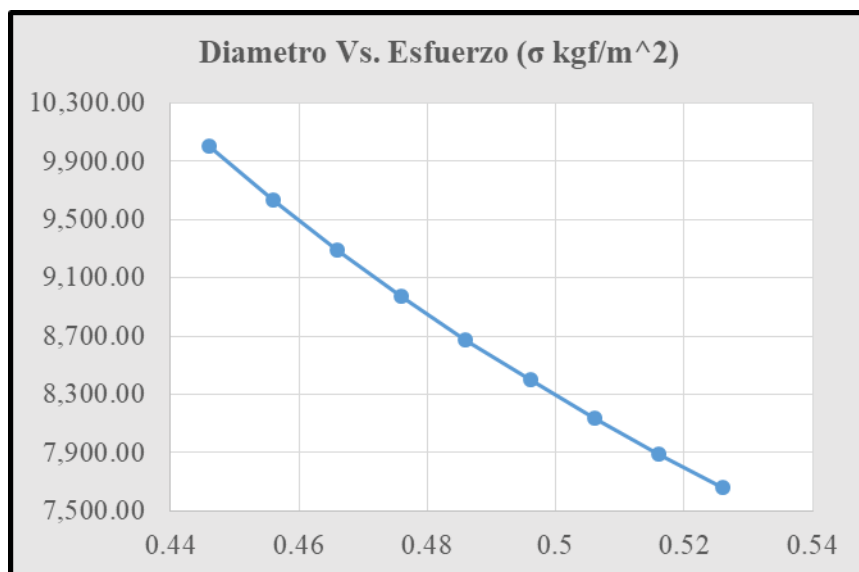
Como cumple pero como vemos esta es el D mínimo por seguridad tomamos un mayor diámetro. Utilizando una hoja de cálculo:

Figura N° 69. Diámetro en función de la capacidad portante

DIAMETRO	$\sigma \text{ kgf/m}^2$	$\sigma \text{ kgf/cm}^2$
0.4461	9,998.11919	0.99981192
0.4561	9,631.94794	0.96319479
0.4661	9,290.60775	0.92906077
0.4761	8,971.87325	0.89718732
0.4861	8,673.76589	0.86737659
0.4961	8,394.52147	0.83945215
0.5061	8,132.56253	0.81325625
0.5161	7,886.47492	0.78864749
0.5261	7,654.98773	0.76549877

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 70. Diámetro Vs. Esfuerzo



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

COSTOS Y PLANIFICACION DEL PROYECTO

Introducción

Debido a la evolución en tecnología LED que viene produciéndose desde que en el año 1997 se desarrollase en Japón la iluminación de luz blanca basada en LED, el mercado mundial está demandando con mayor intensidad la transformación de las fuentes de iluminación convencional a soluciones más eficientes y duraderas basadas en sistemas de iluminación LED. Este hecho provoca que el esfuerzo en I+D+i de las empresas del sector de iluminación se haya centrado principalmente en conseguir sistemas de iluminación con buenas prestaciones, altamente eficientes y que resulten asequibles. La posibilidad de ofrecer soluciones con un alto rendimiento desde el punto de vista del ahorro energético eliminando costes de mantenimiento y ofreciendo un sistema duradero en el tiempo, ha convertido la tecnología LED en uno de los motores tecnológicos más competitivos y con mayor proyección de futuro en el sector de la iluminación. De esta manera, la eficiencia energética se concibe como una metodología para el análisis y tratamiento de los problemas del creciente consumo. Se prevé que para el año 2020 el 75% de la iluminación esté basada en LED. Hay que apuntar también que esta tecnología contribuye directamente a combatir el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con la decisión adoptada por la unión Europea el 17 de junio de 2010 que ha fijado como objetivo para 2020, ahorrar un 20% de su consumo de energía primaria. En este sentido, la concienciación ciudadana ante el peligro del calentamiento global, sumado a una conducta más responsable en el consumo y la reducción de residuos tóxicos y peligrosos, han favorecido que desde los estratos políticos se impulsen medidas que ayuden a preservar el medioambiente y favorezcan la implantación de tecnología más ecológica que resulte eficiente gracias al ahorro en el uso de los recursos naturales y la reducción de emisiones de CO₂ (Martinez, 2015).

La eficiencia energética constituye una pieza clave en el desarrollo de las economías en los mercados globales. El sector de la iluminación podría ahorrar un 45% de la energía eléctrica consumida gracias a la utilización profesional de la tecnología LED.

Se considera que la iluminación LED en aplicaciones industriales supondría un gran ahorro energético, por la potencia, superficie a iluminar y horas de uso. Por este motivo, el número de empresas que en la actualidad están sustituyendo los sistemas de iluminación tradicional por este tipo de tecnología es cada vez mayor. Hasta la aparición del LED la iluminación industrial había utilizado principalmente lámparas de halogenuros metálicos y fluorescencia. La importancia de introducir la iluminación LED en el sector industrial viene determinada por la necesidad de optimizar los costes de operación con el objeto de aumentar su competitividad. Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de los Estados Unidos, el cambio a tecnología LED en iluminación podría suponer en las próximas dos décadas, un ahorro de \$250 billones en costes de energía y reduciría el consumo eléctrico en iluminación en torno al 50%, evitando la emisión de 1800 millones de toneladas métricas de emisiones de dióxido de carbono.

Hasta el momento, la mayor parte de las investigaciones desarrolladas en iluminación LED para la sustitución de tecnologías tradicionales, se han centrado en la iluminación urbana. Aunque existen estudios genéricos de sustitución de fuentes de iluminación tradicionales por LED, sin embargo, son muy escasas las investigaciones científicas que traten el sector industrial (Martinez, 2015).

Puesto que la reducción de costes en el sector industrial es uno de los principales campos de acción para aumentar la competitividad de las empresas, la presente investigación tiene por objeto evaluar el ahorro económico y las ventajas medioambientales que supone la iluminación industrial basada en tecnología LED mediante un estudio de caso en el que se ha sustituido luminarias de halogenuros metálicos por luminarias LED.

Metodología del estudio

2.1. Comparación de tecnologías y criterios de análisis

El método de evaluación de la iluminación LED respecto a los sistemas tradicionales consiste en la comparación de parámetros técnicos relevantes como:

- a) La eficiencia
- b) La luminosidad
- c) La vida útil de la luminaria
- d) La dependencia con la temperatura.

Con este objetivo se ha procedido a comparar varios tipos de lámparas comerciales como son:

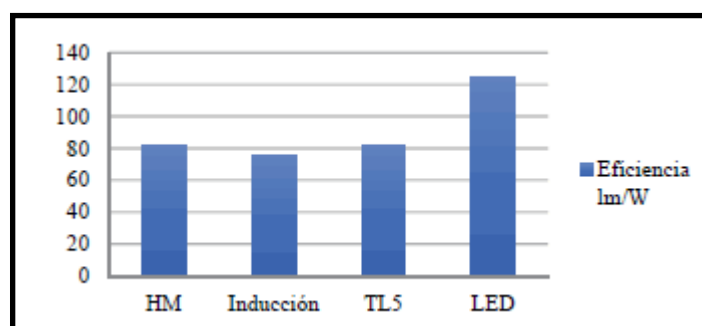
- a) Halogenuros metálicos (400W HPI plus Philips)
- b) Fluorescencia con tubos TL5 (4x80W Master TL5 HO 80W/840 1SL Philips),
- c) Fluorescencia por inducción (250W Icetron Sylvania-Osram)
- d) LED (200W Luxeon Rebel ES Philips).

Se han descartado las lámparas de vapor de sodio por su bajo índice de reproducción cromática (CRI) que limita su uso a iluminación de exteriores (Martinez, 2015).

2.1.1. Comparativa de la eficiencia (lm/W)

La Figura N°1 muestra la eficiencia (lm/W) de cuatro tecnologías disponibles en el mercado. Los valores de la figura muestran una diferencia significativa de más del 50% entre la eficiencia lumínica del LED respecto al resto de tecnologías analizadas. Actualmente tan solo algunos tipos de lámparas de vapor de sodio pueden alcanzar eficiencias equiparables al LED, aunque su aplicación principal es la iluminación vial (Martinez, 2015).

Figura N° 71. Comparación de la Eficiencia (lm/W) de cuatro tecnologías disponibles en el mercado: HM, inducción, TL5, LED



Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de luminosidad incluyendo luminarias

Es necesario distinguir entre los lúmenes emitidos por una lámpara (bombilla) y los que realmente se disponen cuando esta misma lámpara está dentro de una luminaria. Esta diferencia resulta importante para poder efectuar un análisis correcto de la eficiencia luminosa obtenida finalmente. La distribución radial de la luz en las lámparas de halogenuro metálico y fluorescencia, precisa de reflectores para redirigir el flujo luminoso hacia los puntos de interés. En función del tipo de luminaria, eficiencia del reflector y las condiciones de operación del LED, se ha definido un coeficiente de eficiencia lumínica LOR (light output ratio). Este coeficiente puede variar ampliamente en las lámparas con distribución radial desde un 60-75% del flujo luminoso mientras que en el LED, por su distribución direccional, el aprovechamiento es óptimo con LOR próximo a 1. Los lúmenes iniciales obtenidos de la luminaria se calculan multiplicando los lúmenes iniciales de la lámpara por el coeficiente LOR de la luminaria: (Martinez, 2015)

$$L_{luminaria} = L_{lampara}(LOR)$$

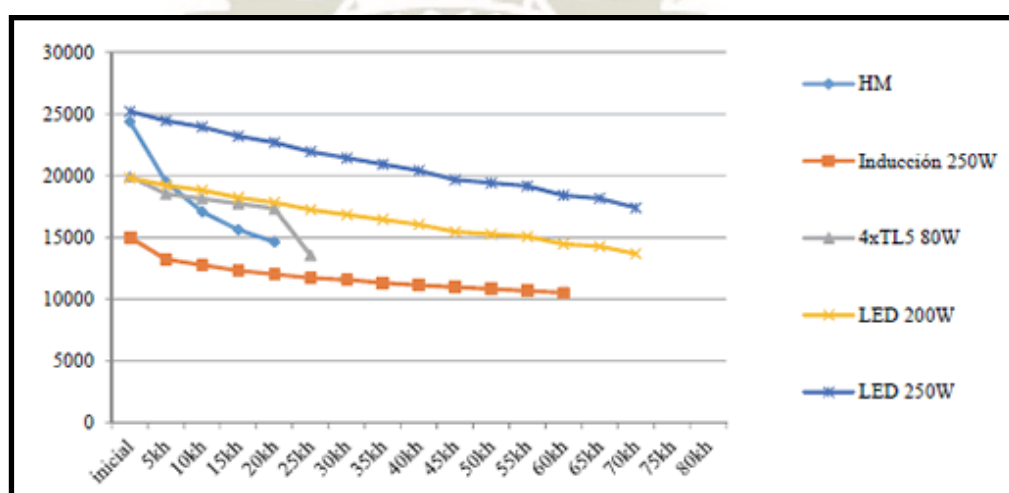
(Ec. 53)

Siendo los lúmenes de la lámpara dependientes del tiempo.

Además del coeficiente de eficiencia lumínica de la luminaria, se ha analizado en la Figura N°2 la evolución del flujo luminoso en función del tiempo, a partir de las gráficas de depreciación lumínica de las lámparas proporcionadas por los fabricantes.

La Figura N° 91 muestra que todas las tecnologías experimentan una depreciación de la luminosidad con el tiempo. La tecnología de halogenuros metálicos (HM) es la que experimenta un decaimiento más acentuado y menor duración. Tanto en la fluorescencia TL5 como en la inducción, se produce un fuerte decaimiento inicial que posteriormente reduce su pendiente de caída. Al llegar a las 20kh se produce el fin de vida del TL5. En el caso de 200W LED y 4xTL5 80W partiendo de una luminosidad similar se observa que la mayor pendiente inicial de caída en el TL5 origina que el flujo luminoso se reduzca antes que en el LED, cuya pendiente es menor. Las dos tecnologías más duraderas son la inducción y el LED. La gran desventaja de la inducción es que no mejora la eficiencia de la fluorescencia TL5, solo se obtiene una mejora en la duración al prescindir de cátodos para su encendido. En comparación con el resto de tecnologías analizadas, el LED se comporta de un modo uniforme con mejor eficiencia, menor decaimiento y mayor duración (Martinez, 2015).

Figura N° 72. Grafica Comparativa de depreciación lumínica (lm) entre luminarias



Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N°1 complementa la información de la Figura N°91 del siguiente modo:

- Tipos de lámparas y potencia utilizadas en el estudio.
- Lúmenes iniciales de la lámpara ($L_{lámparaI}$).
- Coeficientes típicos de eficiencia lumínica en la luminaria (LOR).
- Lúmenes iniciales de la luminaria ($L_{luminariaI}$).
- Lúmenes a las 5.000h de uso de la luminaria.
- Lúmenes a las 10.000h de uso de la luminaria.
- 80% de la luminosidad inicial en la luminaria como referencia para el tiempo de servicio.
- Tiempo de servicio calculado para una depreciación luminosa del 80% de la inicial.

Tabla N° 33. Depreciación lumínica entre luminarias con lámparas de diferentes tecnologías

Tipo de lámpara	Lúmenes iniciales lámpara ($L_{lámparaI}$)	Coef. típico de eficiencia luminaria (LOR)	Lúmenes iniciales luminaria ($L_{luminariaI}$)	Lúmenes a las 5000h luminaria	Lúmenes a las 10000h luminaria	Lúmenes al 80% luminaria	Tiempo de depreciación lúmenes al 80%
MH 400W	32500	0,75	24375	19500	17062	19500	5000 h
Inducción 250W	20000	0,75	15000	13200	12750	12000	20000 h
TL5 4x80W	26200(4x6550)	0,76	19912	18518	18119	15930	22000 h
LED 200W@ 0,7A	22400	0,89	19800	19206	18810	15840	45000 h
LED 250W @ 0,7A	28000	0,90	25200	24444	23940	20160	45000 h

Fuente: Elaboración propia

Los valores que aparecen en la Tabla N°33 para los tipos de lámpara MH 400W y LED 200W hacen referencia al estudio de caso planteado.

2.1.3. Comparativa de la influencia de la temperatura entre luminarias

Las lámparas de halogenuros metálicos alcanzan altas temperaturas de más de 250°C. Esto provoca un alto calentamiento del ambiente de trabajo, lo cual puede llegar a ser un problema.

Un aumento de la temperatura ambiente aumentará la tensión y la potencia en la lámpara.

También aumentará el grado de envejecimiento y corrosión de los componentes y puede llegar a producir un fallo prematuro de la lámpara (Martinez, 2015).

Las lámparas de inducción o fluorescentes T5 utilizan amalgamas y gas con mercurio que son fuertemente dependientes de la temperatura ambiente, ya que alcanzan su máximo flujo luminoso en torno a los 35°C. Temperaturas superiores a 50°C provocan un descenso acusado de la luminosidad por la reabsorción ultra violeta en el mercurio. Con temperaturas bajas, se reduce drásticamente la luz emitida, siendo la mínima temperatura de trabajo -5°C a baja frecuencia y -10°C a alta frecuencia. Las luminarias LED empleadas en los ensayos se han diseñado de forma que disipen el calor emitido por los LED al ambiente, manteniendo temperaturas de operación seguras de la unión semiconductora $T_j < 85^\circ\text{C}$, con objeto de evitar el decaimiento lumínico por exceso de temperatura y reducir el envejecimiento del LED. Un diseño térmico eficiente garantizará una temperatura adecuada en las condiciones ambientales especificadas. El uso del LED a bajas temperaturas favorece su eficiencia y duración, en ese caso la fuente de alimentación debe diseñarse para operar en dichas condiciones (Martinez, 2015).

2.2. Cálculos luminotécnicos

Con objeto de efectuar la simulación luminotécnica se ha utilizado el programa Dialux 4.12.0.1 de libre disposición al que se le ha incorporado los modelos proporcionados por los fabricantes. De esta forma se han confrontado los resultados obtenidos con dos tipos de lámparas: a) Halogenuros metálicos de 400W y b) LED de 200W (Martinez, 2015).

a) Halogenuros metálicos de 400W

A continuación se detallan los datos técnicos de la luminaria con bombilla de halogenuros metálicos HPI Philips de 400W.

Fabricante:

Philips.

Modelo: HPK888 P-MB 1xHPI-P400W-BUS R-L reflector MB.

Flujo luminoso de la lámpara a las 5000h: $32500 \times 0.8 = 26000$ lm.

Ratio de eficiencia lumínica: (Light output ratio) LOR= 0.77.

Flujo luminoso inicial de la luminaria: 20020 lm.

Consumo total: 428W.

Condiciones de simulación:

Luminaria centrada y suspendida a 6m de altura en un techo de 10m.

Distancia a paredes: 7,5m.

Grado de reflexión: GR techo 70% GR pared 50% GR suelo 20%.

Factor de mantenimiento: 0,8.

En la Tabla N°34 y Figura N° 92 se muestran los resultados de la simulación de la luminaria descrita de halogenuros metálicos.

Tabla N° 34. Resultados simulación 400W HM

E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{max} (lx)	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
73	5,96	327	0,081	0,018

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 73. Gráfica de distribución lumínica (lux)de 400 W halogenuros metálicos mediante isolneas en el plano del suelo (15x15m)



Fuente: Elaboración propia

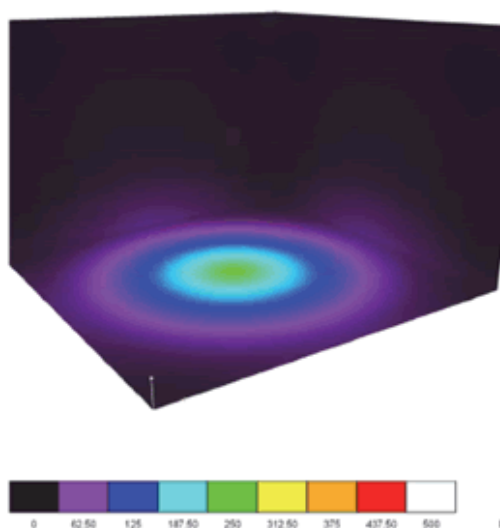


Figura N° 74. Gráfica de distribución lumínica (lux) de 400 W halogenuros metálicos mediante gradación de colores (0-500 lux).

La Figura N° 93, derecha, muestra una representación tridimensional de la escena a iluminar (anchura, profundidad, altura, 15m*15m*10m). El suelo muestra en escala de colores la iluminación media (lux) obtenida sobre el mismo. La Figura N° 92, izquierda, muestra una distribución de líneas isolux sobre el plano del suelo. La Tabla 34 muestra el valor medio de la iluminación, los valores extremos, la relación máximo/medio y mínimo /máximo(Martinez, 2015).

b) Luminaria con LED 200W

La simulación se realiza con una luminaria que posee chips LED Philips Lumileds SMD Rebel ES 200W.

Fabricante: DSLED.

Modelo: CL14200 5000k reflector 120°.

Flujo luminoso de la lámpara: 22400 lm.

Ratio de eficiencia lumínica: (Light output ratio) LOR= 0.884.

Flujo luminoso inicial de la luminaria: 19800 lm.

Consumo total: 220W.

Condiciones de simulación idénticas al caso anterior.

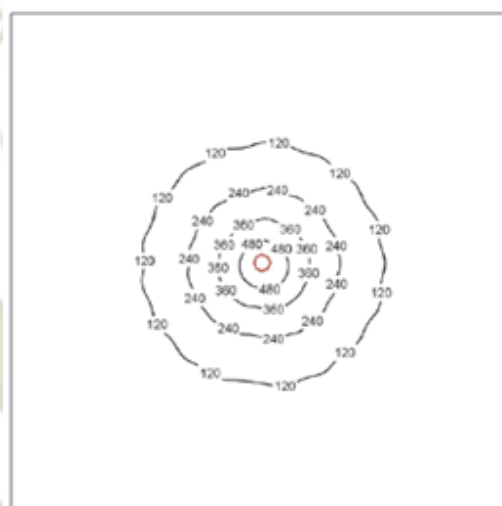
En la Tabla 35 y la Fig. 4 se muestran los resultados de la simulación de una luminaria con LED de 200W.

Tabla N° 35. Resultados simulación 200 W LED

E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{max} (lx)	E_{min}/E_m	E_{min}/E_{max}
73	4,37	593	0,060	0,007

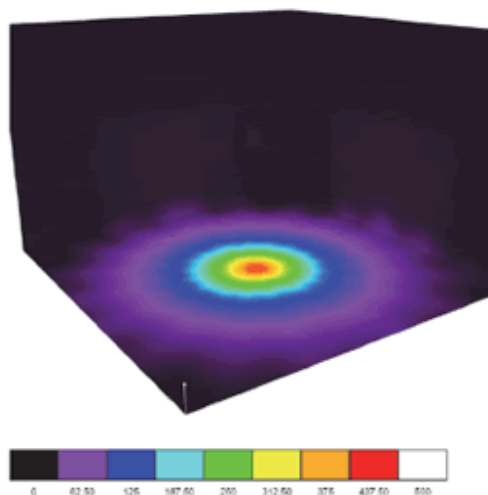
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 75. Gráfica de distribución lumínica (lux) de 200 W LED mediante isolíneas en el plano del suelo (15x15m)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 76. Gráfica de distribución lumínica (lux) de 200 W LED mediante gradación de colores (0-500 lux).



Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 95, derecha, muestra una representación tridimensional de la escena a iluminar (anchura, profundidad, altura, 15m*15m*10m). El suelo muestra en escala de colores la iluminación media (lux) obtenida sobre el mismo. La Figura N° 94, izquierda, muestra una distribución de líneas isolux sobre el plano del suelo. La Tabla 3 muestra el valor medio de la iluminación, los valores extremos, la relación máximo/medio y mínimo /máximo.

Comparando los resultados de simulación a) y b) se observa que la distribución lumínica está más concentrada en la luminaria LED, consiguiendo un nivel de iluminación en el centro de casi el doble que en la de halogenuros metálicos. Esto se debe a la mayor direccionalidad del flujo en el LED respecto a las bombillas de halogenuros metálicos que emiten con un ángulo de 360° y necesitan que el flujo luminoso sea redireccionado con reflectores específicos. Así mismo, se observa que el nivel de iluminancia media E_m es idéntico en ambas simulaciones, lo cual permite equiparar ambas soluciones (Martinez, 2015).

2.3. Estudio de caso

El objetivo de este apartado es cuantificar el ahorro económico que supone cambiar un sistema de iluminación existente con tecnología HM por otro de tecnología LED. En primer

lugar se muestra cómo las prestaciones luminosas de una luminaria con lámpara de HM de 400W son equiparables a las de una luminaria con lámpara LED de 200W. Posteriormente, se analiza la incidencia que tiene la sustitución del sistema de alumbrado en el ahorro energético y en los costes (Martinez, 2015).

2.3.1. Equivalencia entre luminarias

Para analizar la sustitución de una luminaria de halogenuros metálicos de 400W por una de 200W LED, es equivalente en términos lumínicos, se han probado ambas sobre la misma escena. La escena consiste en una habitación de las siguientes dimensiones: anchura, profundidad, altura, 15m*15m*10m. La luminaria está centrada en la habitación y colocada a una altura de 6m. Se han tomado mediciones de la luminosidad mediante un luxómetro marca Cablematic LX-1010BS. Las medidas en la luminaria de 400W se han efectuado cuando esta tiene 5000 horas de uso. Las mediciones se han realizado sobre el plano del suelo. La primera de ellas directamente en su eje vertical y en puntos pertenecientes a ejes ortogonales intersectando con circunferencias concéntricas de 1 a 5 metros de diámetro con un paso de 1m. La iluminancia media de cada zona (E_m) se ha calculado promediando las cuatro mediciones situadas en los puntos del círculo descritos anteriormente (Martinez, 2015).

Los resultados se recogen en la Tabla 36. En esta tabla también se han incluido los resultados de simulación.

Tabla N° 36. Medidas en simulación y experimentales de la iluminancia media obtenida en el plano del suelo con luminaria HM de 400 W y LED de 200W

Luminaria	$E_m \text{ max(lux)}$	$E_m \text{ R=1m}$	$E_m \text{ R=2m}$	$E_m \text{ R=3m}$	$E_m \text{ R=4m}$	$E_m \text{ R=5m}$
400W HM	317	275	235	180	110	68
400W simulación	327	292	251	195	120	72
200W LED	605	450	285	185	110	70
200W simulación	593	430	275	176	107	67

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 36 se observa que los valores de iluminancia media de la luminaria de halogenuros metálicos son ligeramente inferiores al modelo simulado, mientras que en el caso de la luminaria LED son superiores. Las causas de esta ligera desviación promedio del 5% se

atribuyen a la tolerancia usual en la fabricación de componentes y bombillas. No se ha tenido en cuenta que el número de encendidos en la lámpara de halogenuros metálicos puede afectar a su vida útil y prestaciones lumínicas. Esto es un aspecto a favor de la tecnología LED que no está afectada por el número de encendidos.

Los resultados de simulación son similares a las mediciones reales, por lo que se validan los modelos de simulación utilizados. En la Tabla 4 se observa que para radios iguales o superiores a 2m, los valores de la iluminancia media son del mismo orden. En la Tabla 1 se observa que los lúmenes totales a las 5000h son equiparables. La iluminancia media de ambas luminarias será por tanto equiparable (Martinez, 2015).

Dependiendo del tipo de luminaria analizada, tipo de reflector y envejecimiento de la misma, se obtendrán diferentes distribuciones e iluminancias medias. En este caso se comprueba mediante las mediciones efectuadas (Tabla 36), que es posible sustituir una luminaria de halogenuros metálicos de 400W con una utilización media de 5000h de uso, por una luminaria LED de 200W obteniendo un importante ahorro energético cercano al 50%. También se obtendrá una mayor duración de las luminarias LED por su lento envejecimiento en comparación con las de halogenuros metálicos que sufren una rápida degradación. Según datos del fabricante, la vida útil de la luminaria LED supera las 50.000h por lo que la inversión se amortizaría con un periodo de retorno en función de las horas de utilización y posteriormente se obtendría un beneficio hasta el fin de vida de la misma (Martinez, 2015).

2.3.2. Ahorro energético

La diferencia de consumo entre las luminarias anteriormente descritas de halogenuros metálicos y LED es de 208W, se obtiene por tanto, un 48,6% de ahorro en el consumo energético. Es posible que en función de la fuente de alimentación y balasto utilizados, varíe ligeramente la eficiencia de la luminaria y por lo tanto la tasa de ahorro.

En la Tabla 37 se muestra el ahorro energético por luminaria obtenido para una instalación con 5280h. de funcionamiento anual. Este ahorro es cercano al 50%.

Tabla N° 37. Cálculo del ahorro energético obtenido en la sustitución de MH400W por LED 200W

	P(W)	Hora s/ día	kWh/ día	Días laborables	Hora s/ año	kWh/ año
MH400W	428	24	10,27	220	5280	2259,8
LED200W	220	24	5,28	220	5280	1161,6
Ahorro energético	208		4,99			1098,2

Fuente: Elaboración propia

Según datos publicados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el sector industrial consume el 31% de la energía. Con referencia al consumo eléctrico en iluminación industrial, este representa el 15% del mismo. La implementación de la iluminación LED en industria podría reducir el consumo eléctrico de las empresas en torno a un 7,5%.

Teniendo en cuenta que en el periodo 2003-2013 el precio de la energía eléctrica en España se ha incrementado un 77,39% y que el precio de la energía en Europa duplica al de USA, se considera prioritario aplicar acciones que supongan un ahorro energético que mejore la competitividad del sector industrial español (Martinez, 2015).

2.3.3. Ahorro económico

El ahorro económico de la inversión se calcula a partir de los factores que se muestran en la Tabla 38. Estos factores son: El ahorro energético, el ahorro en bombillas y el ahorro en mantenimiento. El principal factor de ahorro es el energético, aunque los costes de mantenimiento y reposición de bombillas pueden ser elevados en función del tipo de instalación; especialmente en aquellas de difícil acceso por su ubicación (Martinez, 2015).

Tabla N° 38. Cálculo del ahorro anual promedio de la sustitución de MH400W por LED 200W

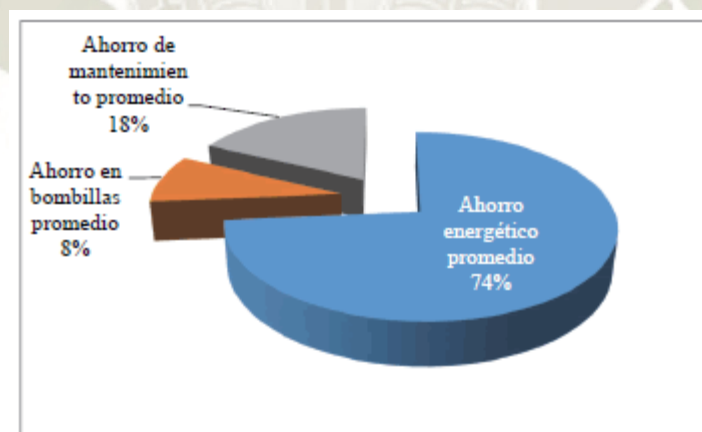
Ahorro	Año1	Promedio 10 años (IPC 5%)
Ahorro anual energético	195,53 €	245,94 €
Ahorro anual en bombillas	22,70 €	28,56 €
Ahorro anual mantenimiento	47,24 €	59,42 €
Ahorro anual total	265,47 €	333,91 €

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos de la Tabla N° 38 utilizan el ahorro energético obtenido en la Tabla N° 37, valorado con un coste de 0,14 €/kWh más impuestos y una estimación de los costes de bombillas y mantenimiento en función del periodo de reposición definido por su vida útil.

Tal y como se muestra en la Figura N° 96 se aprecia la distribución porcentual de cada tipo de ahorro respecto al total obtenido (Martinez, 2015).

Figura N° 77. Distribución porcentual de cada tipo de ahorro



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39 se calcula el periodo de retorno de la inversión en LED200W tomando el ahorro anual promedio obtenido en la Tabla 38. El beneficio total de la inversión tiene en consideración la vida útil de la luminaria para su cálculo (Martinez, 2015).

Tabla N° 39. Parámetros de la inversión de LED 200W

Parámetros de la inversión	
Coste de la inversión LED200W	570 €
Vida útil LED200W	50.000 h
Ahorro total anual promedio	333,91 €
Periodo de retorno de la inversión	1,71 años
Beneficio de la inversión en 10 años	2.592,03 €

Fuente: Elaboración propia

Un análisis en detalle del ahorro a largo plazo de una instalación, requiere la cuantificación del Coste Total de Propiedad (TCO= Total Cost of Ownership). Este indicador define el coste total asociado a la compra y mantenimiento del producto durante el periodo de utilización. El cálculo del mismo depende de diversos factores directos e indirectos tales como (Martinez, 2015):

- Coste total de compra de la luminaria y bombillas durante los años de funcionamiento de la instalación.
- Coste total de mantenimiento, limpieza, sustitución de equipos y plataformas elevadoras.
- Consumo energético y potencia contratada.
- Impuestos por huella de carbono y reciclado.

Además del ahorro energético, otro factor destacable es la gran reducción del Coste Total de Propiedad en comparación con las tecnologías de iluminación tradicionales que pueden producir retornos de la inversión inferiores a dos años.

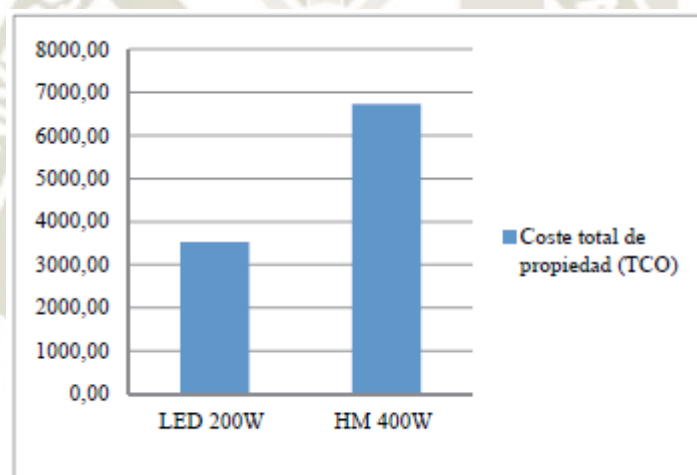
En la Tabla 40 se calcula el TCO de una luminaria LED200W y otra HM400W estimando los costes referidos a 10 años de servicio y 5.280h. de funcionamiento anual.

Tabla N° 40. Cálculo del TCO para LED 200W y HM400W

Coste acumulado durante la vida de servicio (10 años)	LED 200W	HM 400W
Coste acumulado de compra de luminaria	601,92	227,04
Coste acumulado de consumo energético	2601,24	5297,05
Coste acumulado de bombillas	0	285,52
Coste acumulado de mantenimiento	321,49	915,67
Coste total de propiedad (TCO)	3524,65	6725,28

Fuente: Elaboración propia

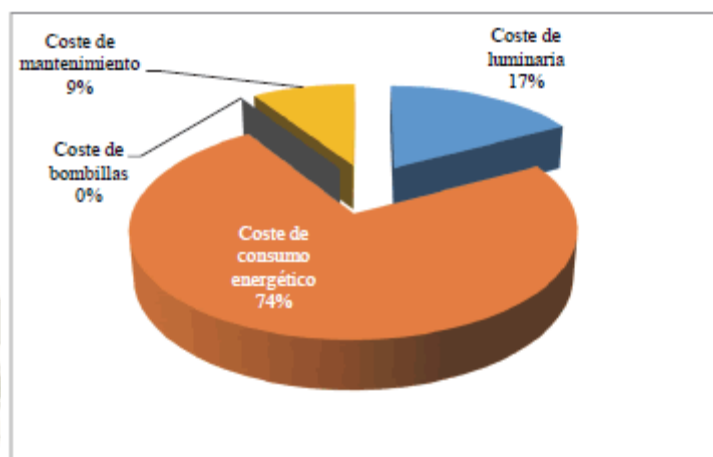
La diferencia en el coste total de propiedad para LED200W y MH400W que se muestra en la Figura N° 97 supone un 47,6% de ahorro en la instalación.

Figura N° 78. Comparación del coste total de propiedad para LED 200W y HM 400W


Fuente: Elaboración propia

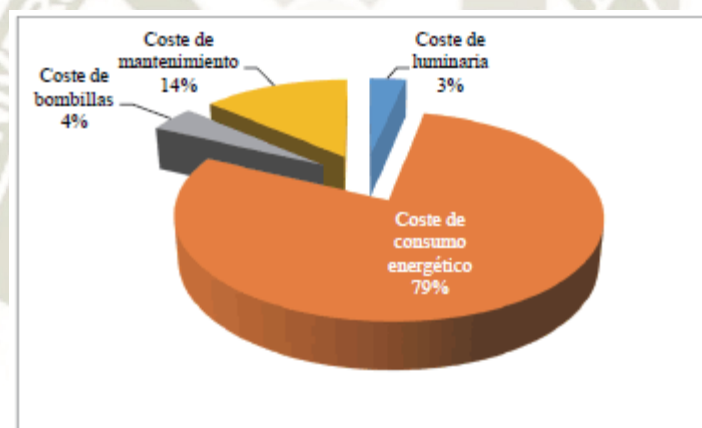
Comparando los porcentajes de coste que aparecen en las Figuras N° 98 y 99 entre el LED200W y HM400W se aprecia que salvo en el coste de la luminaria, en el resto, el LED200W tiene un menor coste, tanto de consumo energético como de mantenimiento.

Figura N° 79. Distribución porcentual del coste total de propiedad para LED200W



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 80. Distribución porcentual del coste total de propiedad para HM400W.



Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Ventajas medioambientales

La sustitución de una luminaria de 400W de halogenuros metálicos por otra de 200W LED supone un ahorro energético aproximado de 208W, que expresado a niveles de reducción de las emisiones de CO₂ son 85,28 g de CO₂ por cada hora de funcionamiento al tomar como referencia la media europea de 0,41kg de CO₂/kWh (Martinez, 2015).

Otro aspecto importante es la no emisión de residuos tóxicos peligrosos (RTP) como el mercurio. Por ejemplo cada bombilla Philips MASTER HPI Plus 400W/645 BU-P E40 1SL contiene 67,2 mg (Martinez, 2015).

3. Conclusiones

El reciente desarrollo de tecnología LED para aplicaciones de alta potencia en iluminación industrial ofrece la posibilidad de optimizar los costes de iluminación reduciendo en torno a un 50% el consumo energético (Martinez, 2015).

En el estudio de caso realizado se comprueba que la sustitución de una luminaria de 400W de halogenuros metálicos por otra de 200W LED produce una iluminancia media equiparable (Martinez, 2015).

El ahorro a largo plazo en coste total de propiedad (TCO) que proporciona el cambio a tecnología LED gracias a su larga vida útil hace posible a las empresas ser más competitivas consiguiendo importantes beneficios en la reducción de costes fijos de la instalación. En el caso de una instalación con servicio continuo de 24h el periodo de amortización es inferior a dos años (Martinez, 2015).

Desde el punto de vista medioambiental, la tecnología de iluminación LED contribuye en la reducción de las emisiones de CO₂ y en la eliminación de residuos tóxicos como es el mercurio (Martinez, 2015).

CAPITULO V

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

5.1. OBSERVACIONES

- a. La mayoría de los proyectos en el área de alumbrado público, vinculados a la iluminación de vías, plazas, puentes, cruces a desnivel, áreas recreativas y todo manejo de iluminación, no son bien desarrollados en el área de ingeniería referentes a las provincias del sur, teniendo un reglamento técnico no actualizado a comparación de países como Colombia, Chile, Brasil, Argentina, entre otros.
- b. El proyecto de alumbrado público esta categorizado tomando la observación al reglamento RETILAP

PROYECTOS NUEVOS O REMODELACIÓN		Nivel A	Nivel B	Nivel C
		Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impactos
SISTEMA VIAL	Clase de iluminación de la vía o Tipo de área			
	M1 – M2	$P \leq 25$ ó $L = 0$	$25 < P \leq 75$ ó $L \leq 1.000$	$P > 75$ ó $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
	M5	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
OTRAS ÁREAS	Alamedas, ciclo rutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes y túneles peatonales.	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 50$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 50$ ó $L > 2.000$
ESPECIALES [2°]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

Notas:

P: Cantidad de luminarias [u].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público[m].

Para Proyectos Especiales, el municipio definirá el número de alternativas a presentar y las condiciones de entrega de las propuestas.

- c. Los niveles medios más bajos no necesariamente indican peores Rendimiento lumínico. Al comparar la calidad de la iluminación, se observó que la distribución de iluminación de Las luminarias con integrador solar, eran tales que normalmente sobre iluminan el área directamente debajo de las luminarias, creando "Puntos calientes" o áreas de iluminancia en contraste relativamente altos, muestra una aplicabilidad limitada para las dimensiones del sitio.
- d. Las exigencias fotométricas para el tramo de la carretera variante de Uchumayo en el tramo III conociendo la actividad humana nocturna en la zona, la seguridad en la circulación de vehículos y peatones, la calidad de vida, la integridad del entorno, las propiedades, los bienes, etc. se deberá contemplar las interferencias, según el impacto de luminosidad en base a la norma CIE 126 Guidelines for minimizing sky glow, un sistema de zonificación

ZONA	TIPO	DESCRIPCIÓN
E1	Áreas con entornos oscuros	Observatorios astronómicos de categoría internacional
E2	Áreas de bajo brillo	Áreas rurales
E3	Áreas de brillo medio	Áreas urbanas residenciales
E4	Áreas de brillo alto	Centros urbanos con elevada actividad nocturna

- e. También debemos considerar la depreciación por ensuciamiento que es un factor que implica la acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo con las condiciones existentes en el sitio de la instalación y las propiedades de hermeticidad de la luminaria.

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio $80 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto $150 - 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a $400 \mu\text{m}^3$	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Categoría		Nivel de partículas	Periodo de limpieza (meses)
I	Ambientes poco polucionados	$< 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	36 o cambio de bombilla
II	Ambientes medianamente polucionados	$80 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	24
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	$150 - 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$	12
		$300 - 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$	6
IV	Ambientes excesivamente polucionados	$400 - 600 \mu\text{g}/\text{m}^3$	6
		$> 600 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3

5.2. CONCLUSIONES

Primera.- Los Proyectos en la parte de ingeniería eléctrica tanto de potencias, distribución primaria, secundaria está tomando con fuerza numerosas energías renovables como implementación de una nueva era, estos proyectos prometen gran desarrollo a nuestro sistema adecuado en un Sistema Público, cambiando y aplicando nuevas Normativas internacionales, no solo el mismo desarrollo que viene arrastrando desde los 80. El integrados solar con lámparas LED ya están aplicando en lugares rurales como en argentina, Brasil, Colombia y en zona urbanas de gran índice ecológico como Alemania y Holanda; siendo un gran reto para el mantenimiento de estos integradores solares, siendo una energía limpia y solucionando de gran modo fiscalización del sector privado a las concesiones que aún se encuentran con un sistema eficiente por falta de investigación, de otro lado las Redes de Iluminación Existentes de las vías de la Variante de Uchumayo – Tramo III de Provincia Arequipa, considerando la reducción de la demanda de Energía en KWH, y reduciendo penalidades a los Procedimientos de Supervisión N° 78 y 94 de OSINERGMIN a la concesionaria eléctrica SEAL.

Segunda.- OSINERGMIN fiscaliza y penaliza a las concesiones eléctricas dependiendo el procedimiento que estos apliquen según sus actas o visitas en redes secundarias y primarias, sin mencionar comercialmente, los grandes montos de penalidad pasan los 50 mil o 100 mil soles por no cumplir con los indicadores establecidos año tras año, esto se vuelve un reto a futuro, el sistema de iluminación para la autopista de primer nivel, Variante de Uchumayo Tramo III, de una forma técnica y económicamente viable considerando los parámetros de iluminación.

Tercera.- Concluimos que nuestra normativa del CNE está muy desactualizada a diferencia de las demás normas detalladas con una ingeniería más detallada acorde a los procesos y experiencias de proyectos, esto es la base de nuevas investigaciones y una reforma moderna.

Cuarta.- Los resultados de elaborar y presentar los informes mensuales sobre la ejecución de las obligaciones. En donde se debe emitir informes considerando las observaciones, conclusiones, recomendaciones, correctivos y demás información que considere pertinente para el buen desempeño en la prestación del servicio, las que deberán estar sometidas de manera técnica y sostenible. Estos informes deben estar complementados con gráficas, cuadros, estadísticas, fotografías, tablas, etc., que permitan su correcta comprensión, y la mejor configuración para la selección y ubicación de la luminaria en la vía principal y vías auxiliares en el principal acceso a la ciudad.

Quinta.- Según los procedimientos establecidos por OSINERGMIN nos muestra multas en el alumbrado público por no estar al día con la operatividad de este suministro, el control que se tuviera con este integrador minimizará las multas y será una carta de presentación para nuevas regiones y la implantación en sistemas rurales que son los que más adolecen de este sistema, y las luminarias eficientes, lámparas ahorradoras de energía y dispositivos de control electrónico y automatizar el sistema eléctrico para optimizar el uso de luz artificial en el alumbrado.

Sexta.- Las tarifas según los indicadores KALP se replantearía para acondicionar mantenimiento de este nuevo sistema, ya que los equipos del conjunto, batería, panel y lámparas LED son costosas, las simulaciones a través de aplicaciones reales en la vía principal y vías auxiliares mediante software luminotécnico para conocer en detalle el comportamiento de las luminarias tipo LED.

Séptima.- En conclusión, esta investigación muestra el costo beneficio que tendrá estas tendencias a futuro con la finalidad de mejorar nuestro consumo energético, ya sea por red eléctrica o por paneles y baterías, evitando el costo de los conductores, y el cambio de calidad ambiental, implementando tecnología Led y solar y analizar costo beneficio implementando tecnología Led.

REFERENCIAS

27332, L. N. (s.f.). *LEY MARCO DE LOS ORGANISMOS REGULADORES DE LA INVERSIÓN PRIVADA EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/LEY-27332-CONCORDADO.pdf>

Aguirre, M. (17 de diciembre de 2017). *Estudio de Prefactibilidad para Determinar la Viabilidad de la Implementación de una Línea de Concreto Premezclado en la Empresa Alercoge SAC. En la Ciudad de Pucallpa*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10130>

Alumbrado Público. (s.f.). Recuperado el 14 de Junio de 2019, de <https://distribucion.webnode.com.co/alumbrado-publico/>

CODENSA, E. (s.f.). *Acometidas eléctricas y medidores*. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/generalidades_ae/generalidades_7_1_actualizacion_generalidades

ESPARZA, G. R. (2015). *MANUAL DE ILUMINACIÓN VIAL*. Obtenido de http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_iluminacion/Manual_de_Iluminacion_Vial_2015.pdf

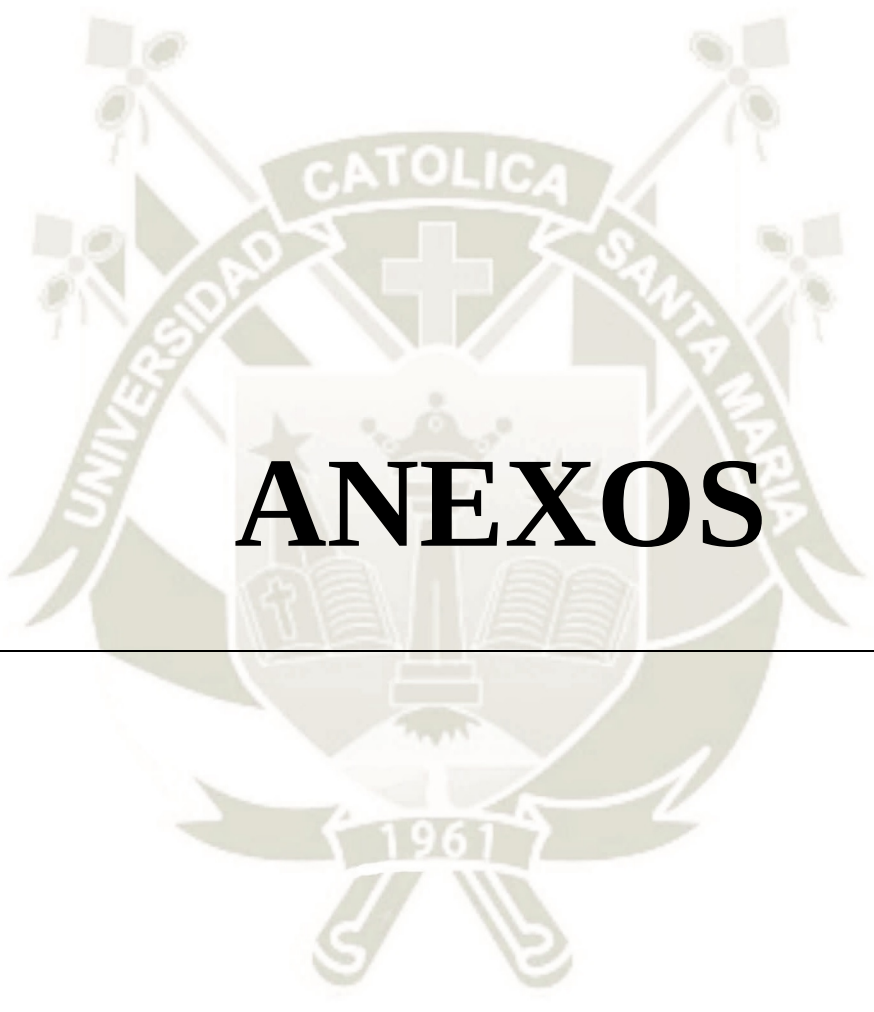
Farrás, J. G. (s.f.). *TIPOS DE LAMPARAS E ILUMINACION*. Obtenido de <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>

Fernandez, J. G. (s.f.). *Alumbrado de vías públicas*. Obtenido de https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/vias_p.html

Ficha de homologacion proyecto. (s.f.). Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <http://www.minem.gob.pe/archivos/prepublicacion-9903zzh630.pdf>

FONAFE. (s.f.). *Fichas Técnicas para Luminarias de Alumbrado Público con Tecnología LED 2018*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <http://www.else.com.pe/else/media/1164/eett-de-luminarias-con-tecnologia-led-230218.pdf>

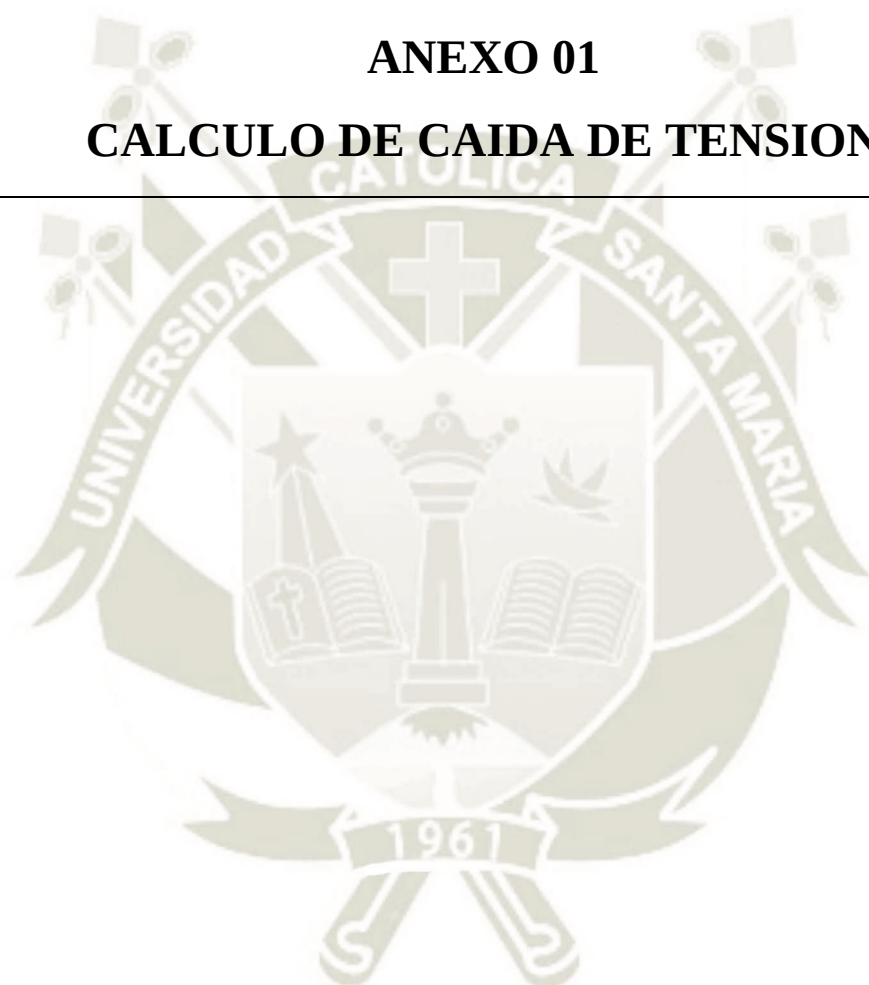
- García, S. (11 de abril de 2019). *INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN*. Obtenido de <https://webs.um.es/gregomc/IntroduccionAstronomia/Temas/04%20INSTRUMENTO%20DE%20OBSERVACION.pdf>
- GOÑAS, E. G. (2008). *DISEÑO DE LA LÍNEA DE SUB TRANSMISIÓN DE 12 MW MONTALVO-ALTO ZAPATA*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/890/1/guadalupe_ge.pdf
- Martinez, A. (junio de 2015). *Analysis of energy saving in industrial LED lighting: A case study*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/280973574_Analysis_of_energy_saving_in_industrial_LED_lighting_A_case_study
- Osinermin. (25 de mayo de 2017). *Supervision de atencion, servicio publico*. Obtenido de http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Resol.%20094-2017-OS-CD.pdf
- Osinermin. (s.f.). *Normas Tecnicas del SubSector Electricidad*. Obtenido de http://srvapp03.osinermin.gob.pe:8888/snl/normaPortalGeneral.htm?_formAction=show&_id=22
- S.R.L., 1. B. (2017). Catalogo - 1st Beam S.R.L. IntegratedSolar. *IntegratedSolar*, 19.
- SA, B. (30 de Marzo de 2010). *REGLAMENTO TECNICO DE ILUMINACION Y ALUMBRADO PUBLICO "RETILAP"*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_uitama/pregrado/eduindustrial/documentos/EBSA_-_Reglamento_Tecnico_de_Iluminacion_y_alumbrado.pdf
- Sanchis, E. (s.f.). *El diodo de emisión de luz (LED)*. Obtenido de https://www.uv.es/=esanchis/cef/pdf/Temas/B_T3.pdf



ANEXOS

ANEXO 01

CALCULO DE CAIDA DE TENSION



CALCULO DE PARAMETROS ELECTRICOS DE CONDUCTORES									
SISTEMA	:	SUBTERRANEO - NYY					TEMP. OPERACION	50.00000	
TENSION (3f)	:	380					COS (&)	0.90000	
TENSION (1f)	:	220					SEN (&)	0.43589	
SECCION (mm)	R (20°C) (Ohm/Km)	R (50°C) (Ohm/Km)	DMG(3f) (m)	DMG(1f) (m)	re (m)	X (3f) (Ohm/Km)	X (1f) (Ohm/Km)	FCT (3f) Ohm/Km.Kv	FCT (1f) (Ohm/Km.Kv)
6	3.69000	4.08852	0.01739	0.01380	0.00138	0.20977	0.19235	0.05660	0.03802
10	2.19000	2.42652	0.01739	0.01380	0.00178	0.19051	0.17309	0.00343	0.02282
16	1.38000	1.52904	0.01739	0.01380	0.00226	0.17279	0.15537	0.00424	0.01458
25	0.87100	0.96507	0.01739	0.01380	0.00282	0.15597	0.13855	0.00274	0.00938
35	0.62800	0.69582	0.01739	0.01380	0.00334	0.14328	0.12586	0.00201	0.00688
70	0.32500	0.36010	0.01739	0.01380	0.00472	0.11715	0.09973	0.00110	0.00371

CALCULO CAIDA DE TENSION

SISTEMA	: NYY2-1X10	TENSION	220.00 V
SUBESTACION	: SED01-02-03-04	FACT. SIMULTANEIDAD	1.00
CIRCUITO	: C-01,02,03	FACT. POTENCIA	0.90
SERVICIO	: Alumbrado Publico		

Punto	Pot. SP W	Sum.Pot S.P(W)	F.S.	Pot.Efect W	I Amper.	S mm2	FCT	L m	caidaV volt.	Sum.DV volt.	% DV	R(75°C) Ohm/Km	Per.Pot W	Sum.Per.Pot W	Per.Pot %
1	50	1,000	1.00	1,000	5.05	10	0.00343	5.00	0.02	0.02	0.01	2.11628	0.54	5.16	0.52
2	50	950	1.00	950	4.80	10	0.00343	25.00	0.08	0.10	0.04	2.11628	2.44	4.62	0.46
3	50	900	1.00	900	4.55	10	0.00343	25.00	0.08	0.18	0.08	2.11628	2.19	2.19	0.22
4	50	850	1.00	850	4.29	10	0.00343	25.00	0.07	0.25	0.11	2.11628	1.95	1.95	0.20
5	50	800	1.00	800	4.04	10	0.00343	25.00	0.07	0.32	0.14	2.11628	1.73	1.73	0.17
6	50	750	1.00	750	3.79	10	0.00343	25.00	0.06	0.38	0.17	2.11628	1.52	1.52	0.15
7	50	700	1.00	700	3.54	10	0.00343	25.00	0.06	0.44	0.20	2.11628	1.32	1.32	0.13
8	50	650	1.00	650	3.28	10	0.00343	25.00	0.06	0.50	0.23	2.11628	1.14	1.14	0.11
9	50	600	1.00	600	3.03	10	0.00343	25.00	0.05	0.55	0.25	2.11628	0.97	0.97	0.10
10	50	550	1.00	550	2.78	10	0.00343	25.00	0.05	0.60	0.27	2.11628	0.82	0.82	0.08
11	50	500	1.00	500	2.53	10	0.00343	25.00	0.04	0.64	0.29	2.11628	0.67	0.67	0.07
12	50	450	1.00	450	2.27	10	0.00343	25.00	0.04	0.68	0.31	2.11628	0.55	0.55	0.05
13	50	400	1.00	400	2.02	10	0.00343	25.00	0.03	0.71	0.32	2.11628	0.43	0.43	0.04
14	50	350	1.00	350	1.77	10	0.00343	25.00	0.03	0.74	0.34	2.11628	0.33	0.33	0.03
15	50	300	1.00	300	1.52	10	0.00343	25.00	0.03	0.77	0.35	2.11628	0.24	0.24	0.02
16	50	250	1.00	250	1.26	10	0.00343	25.00	0.02	0.79	0.36	2.11628	0.17	0.17	0.02
17	50	200	1.00	200	1.01	10	0.00343	25.00	0.02	0.81	0.37	2.11628	0.11	0.11	0.01
18	50	150	1.00	150	0.76	10	0.00343	25.00	0.01	0.82	0.37	2.11628	0.06	0.06	0.01
19	50	100	1.00	100	0.51	10	0.00343	25.00	0.01	0.83	0.38	2.11628	0.03	0.03	0.00
20	50	50	1.00	50	0.25	10	0.00343	25.00	0.00	0.83	0.38	2.11628	0.01	0.01	0.00

ANEXO 02

EQUIPOS USADOS DE ALUMBRADO PUBLICO A NIVEL DE CONCESIÓN

<u>Marca</u>	Modelos	Potencia
Philips	ECOM	70
Philips	SRC-510	150
Philips	SRC-515	250
Josfel	MIRH63	70
Josfel	ALTEC	150
Josfel	ASTRO	70
Josfel	MIRO64	
Citelux	Citecil	70
Schreder	OPALO1	150
Schreder	OPALO2	150
Schreder	ONYX1	150
General Electric		150
Mecril	Aluminio-Laton	150
	Esferica	
	Ornamental	

Marca	Philips	
Modelos	ECOM	
Potencia	70	
Pastoral	Sucre Concreto	

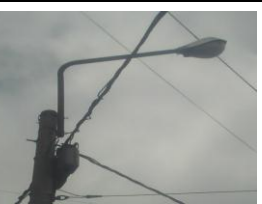
Marca	Philips	
Modelos	SCR-510	
Potencia	150	
Pastoral	Metalico Parabolico Mediano	

Marca	Philips	
Modelos	SCR-515	
Potencia	250	
Pastoral	Metalico Simple Largo	

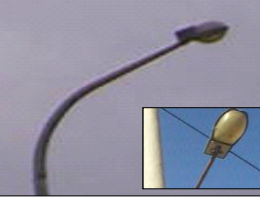
Marca	Josfel	
Modelos	MIRH63	
Potencia	70	
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	ALTEC	
Potencia	150	
Pastoral	Metalico Simple Largo	

Marca	Josfel	
Modelos	ASTRO	
Potencia	70	
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	MIR	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Citelux	
Modelos	Citelux-2	
Potencia		
Pastoral	MicaTriangul ar	

Marca	Citelux	
Modelos	Citecil	
Potencia	70	
Pastoral	Parabolico Concreto	

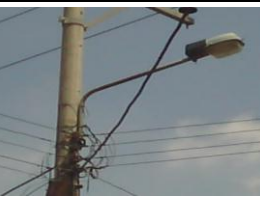
Marca	Schreder	
Modelos	OPALO1	
Potencia	70	
Pastoral		

Marca	Schreder	
Modelos	OPALO2	
Potencia	150	
Pastoral		

Marca	Schreder	
Modelos	ONYX1	
Potencia	150	
Pastoral	Metalico Simple Largo	

Marca	General Electric	
Modelos	M-400	
Potencia	150	
Pastoral	Metalico Simple Mediano	

Marca	Mecril	
Modelos	Laton-Aluminio	
Potencia	150	
Pastoral	Metalico Parabolico Mediano	

Marca		
Modelos		
Potencia		
Pastoral		

Marca	Schreder	
Modelos	Nano-2	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	MIRO64	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Roy Alpha	
Modelos	Amazonas	
Potencia	70w	
Pastoral	Metalico Parabolico Mediano	

Marca	Socelec	
Modelos	Aramis	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Philips	
Modelos	Farola esferica	
Potencia	70w	
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	Farola Conica	
Potencia	JP-250	
Pastoral		

Marca	schreder	
Modelos	Nano(Nueva5)	
Potencia		
Pastoral	Ref. Pte.Grau /SanFrancisc o	

Marca		
Modelos		
Potencia		
Pastoral		

Marca	Philips	
Modelos	REFLECT.CONTEMPC	
Potencia	250W	
Pastoral		

Marca	Roy Alpha	
Modelos	Calima	
Potencia	150-70	
Pastoral		

Marca	UNSA	
Modelos	UNSA-250	
Potencia	250w	
Pastoral		

Marca	schreder	
Modelos	Albany	
Potencia	70w	
Pastoral		

Marca	schreder	
Modelos	K-Lux	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	Milenium	
Potencia	150w	
Pastoral		

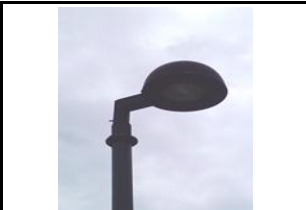
Marca	Josfel/general Electric	
Modelos	Josfel 1	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	MIR-2	
Potencia		
Pastoral	con caja de accesorios aparte	

Marca		
Modelos	EJB-COB 25	
Potencia	Millenium-25	
Pastoral		

Marca	Josfel 2	
Modelos		
Potencia		
Pastoral	Ref. Villafuerte/C alvario (En la plaza)	

Marca	General Electric	
Modelos	15-H	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	Eco	
Potencia		
Pastoral	Halogenuro 70w	

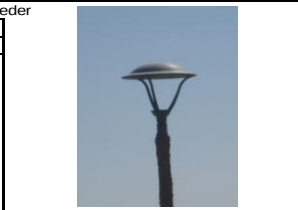
Marca	Philips	
Modelos	FAROLA CONICA	
Potencia	SPC	
Pastoral		

Marca	Josfel	
Modelos	Farola Hongo	
Potencia	JP-160	
Pastoral		

Marca	Campana	
Modelos	Camp-circular	
Potencia		
Pastoral		

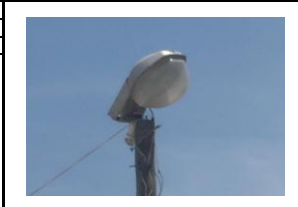
Marca	SIAR	
Modelos	SIAR	
Potencia		
Pastoral	Pastoral Lata	

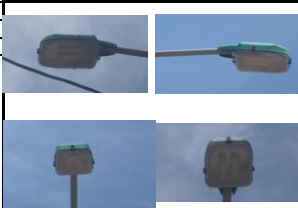
Marca	schreder	
Modelos	K-Lux-2	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Farola Schreder	
Modelos	ISLA(Plato)	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Schreder	
Modelos	Ambar	
Potencia		
Pastoral		

Marca	Philips	
Modelos	Iridium	
Potencia		
Pastoral		

Marca	OTRO	
Modelos	OTRO 1	
Potencia		
Pastoral	Astro grande	

Marca	OTRO	
Modelos	OTRO 2	
Potencia		
Pastoral	ecologico	

Marca	OTRO	
Modelos	OTRO 3	
Potencia		
Pastoral		

Marca		
Modelos		
Potencia		
Pastoral		

ANEXO 03
METRADO Y PPTO. DE SERVICIO PARTICULAR

METRADO Y PPTO. DE ALUMBRADO PUBLICO

PROYECTO : ALUMBRADO PUBLICO EN VARIANTE UCHUMAYO - AREQUIPA

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

DISTRITO : AREQUIPA

FECHA : 22 de Octubre de 2019

PROVINCIA : AREQUIPA

LUGAR : VARIANTE UCHUMAYO

A SUMINISTRO ALUMBRADO PUBLICO

ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	PRECIO	METRADO	CANTIDAD	PARCIAL
1	ALUMBRADO PUBLICO					
1.01	SISTEMA DE ILUMINACION DE INTEGRADOR SOLAR CON LAMPARAS LED	U	1,200.00	240.00	240.00	288,000.00
1.02	CABLE DE CU TIPO NY Y 2-1X6mm2	M	5.68	2,500.00	2,500.00	14,200.00
1.03	POSTES DE FIERRO DE 8 METROS	U	150.00	240.00	240.00	36,000.00
1.04	CINTA AISLANTE	roll	23.62	24.00	12.00	283.39
1.05	CINTA VULCANIZANTE	roll	80.50	24.00	12.00	965.99
1.06	TERMINACIONES DE BT	U	20.00	4.00	12.00	240.00
Sub Total					SI.	339,689.38

B MONTAJE ALUMBRADO PUBLICO

ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	PRECIO	METRADO	CANTIDAD	PARCIAL
2	MONTAJE DE EQUIPO DE ALUMBRADO PUBLICO					
2.01	ARMADO E INSTALACION DE SISTEMA INTEGRADOR	JGO	200.00	240.00	240.00	48,000.00
2.02	INSTALACION DE TERMINACIONES Y ACCESORIOS	JGO	50.55	4.00	4.00	202.20
Sub Total					SI.	48,202.20

C TRANSPORTE

ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	PRECIO		CANTIDAD	PARCIAL
3	TRANSPORTE DE MATERIAL	EST.	1.00		33,968.94	33,968.94
Sub Total					SI.	33,968.94

RESUMEN GENERAL ALUMBRADO PUBLICO

A+B+C	COSTOS DIRECTOS					421,860.52
D	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (33%)					139,213.97
E	SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS					561,074.49
F	IGV (18% DE COSTOS DIRECTOS+GGYU)					100,993.41
G	COSTO TOTAL ALUMBRADO PUBLICO					662,067.90

ANEXO 04

CÁLCULOS DIALUX

Dialux 85PAG

Fecha:
14/12/2018

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

ANALISIS DE BY PASS

Índice

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED).....	3
--	---

Calle 1: Alternativa 1

Resultados de planificación.....	6
----------------------------------	---

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4)

Resumen de resultados.....	8
----------------------------	---

Tablas.....	9
-------------	---

Isolíneas.....	10
----------------	----

Gráfico de valores.....	11
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1)

Resumen de resultados.....	12
----------------------------	----

Tablas.....	13
-------------	----

Isolíneas.....	15
----------------	----

Gráfico de valores.....	18
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1)

Resumen de resultados.....	21
----------------------------	----

Tablas.....	22
-------------	----

Isolíneas.....	24
----------------	----

Gráfico de valores.....	27
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4)

Resumen de resultados.....	30
----------------------------	----

Tablas.....	31
-------------	----

Isolíneas.....	32
----------------	----

Gráfico de valores.....	33
-------------------------	----

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

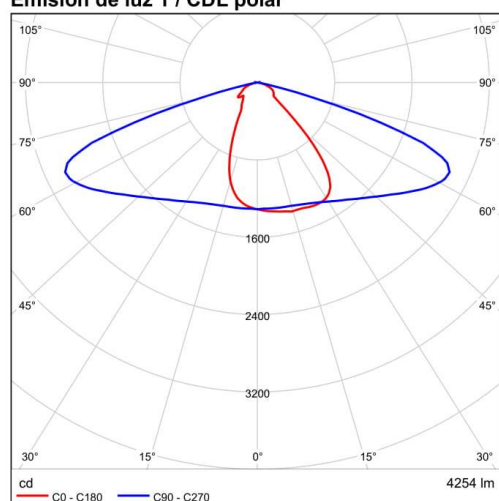
Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED

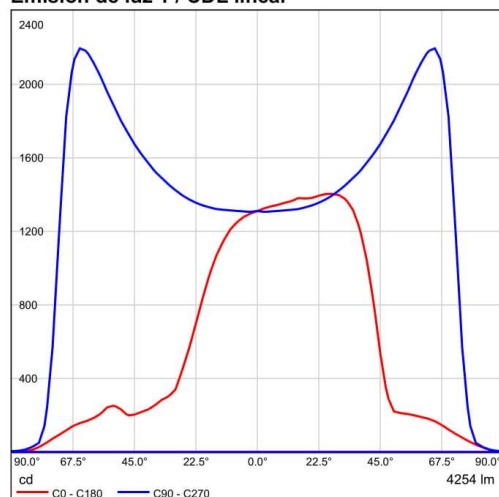
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Fotometría absoluta
Flujo luminoso de las luminarias: 4254 lm
Potencia: 37.0 W
Rendimiento lumínico: 115.0 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



Emisión de luz 1 / CDL lineal



DIALux

Página 3

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

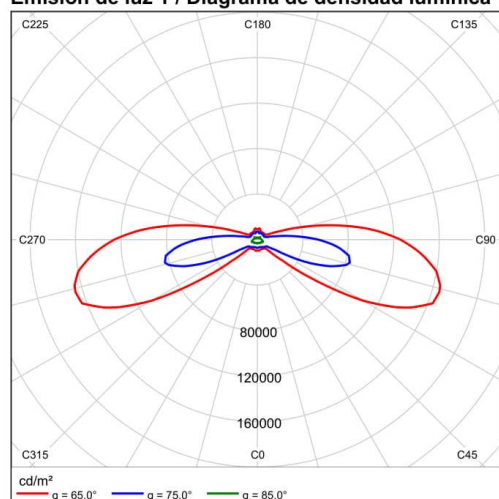
14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



DIALux

Página 4

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama UGR porque la distribución luminosa es asimétrica.

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

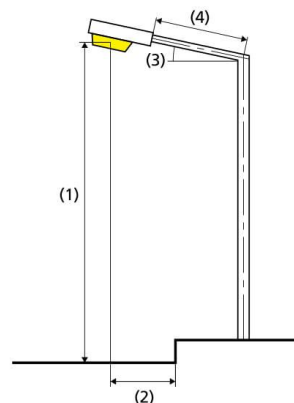
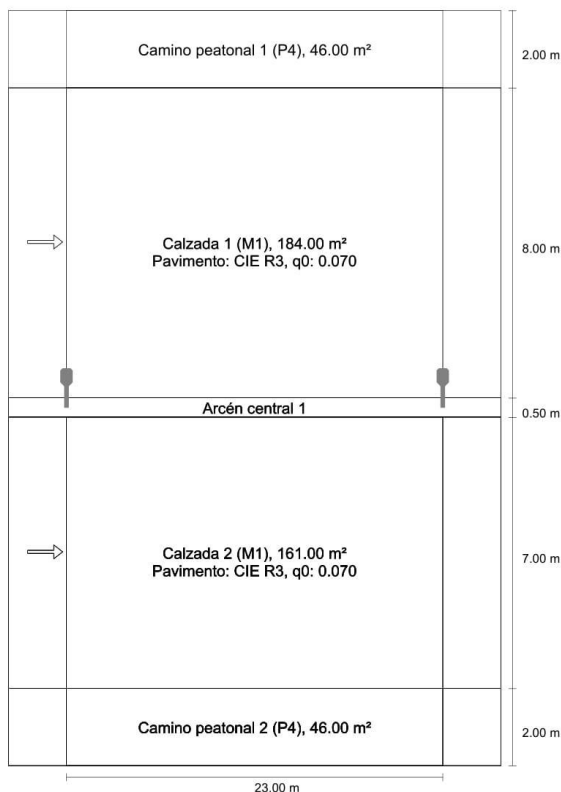
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

DIALux

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V
DM MP1



Lámpara:	1xLED
Flujo luminoso (luminaria):	4254.37 lm
Flujo luminoso (lámpara):	4254.37 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 37.0 W
W/km:	1591.0
Organización:	Arcén central
Distancia entre mástiles:	23.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	0.750 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	612 cd/klm *
sobre 80°	21.2 cd/klm *
sobre 90°	1.52 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	G*3

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

* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

DIALux

Página 6

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 7.60 ≤ 11.40	Emin [lx] ≥ 1.00
✗ 4.11	✗ 0.55

Calzada 1 (M1)

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.24	✓ 0.18	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.94

Calzada 2 (M1)

Lm [cd/m²] ≥ 2.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✗ 0.22	✗ 0.18	✗ 0.16	✓ 1	✓ 1.12

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✗ 3.91	✗ 0.53

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp) 0.014 W/lx·m²
Densidad de consumo de energía
Organización: BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 0.3 kWh/m² año
(148.0 kWh/año)

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Resumen de resultados

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 4.11	✓ 0.55

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Tablas

DIALux

Camino peatonal 1 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

19.167	7.81	8.04	6.65	3.20	0.79	0.55	0.60	0.88	3.30	6.55
18.500	8.53	8.63	7.00	3.11	0.74	0.60	0.66	0.92	3.60	7.22
17.833	9.29	9.27	7.34	3.01	0.78	0.65	0.72	0.99	3.97	7.95
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
4.11	0.55	9.29	0.135	0.060

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Isolíneas

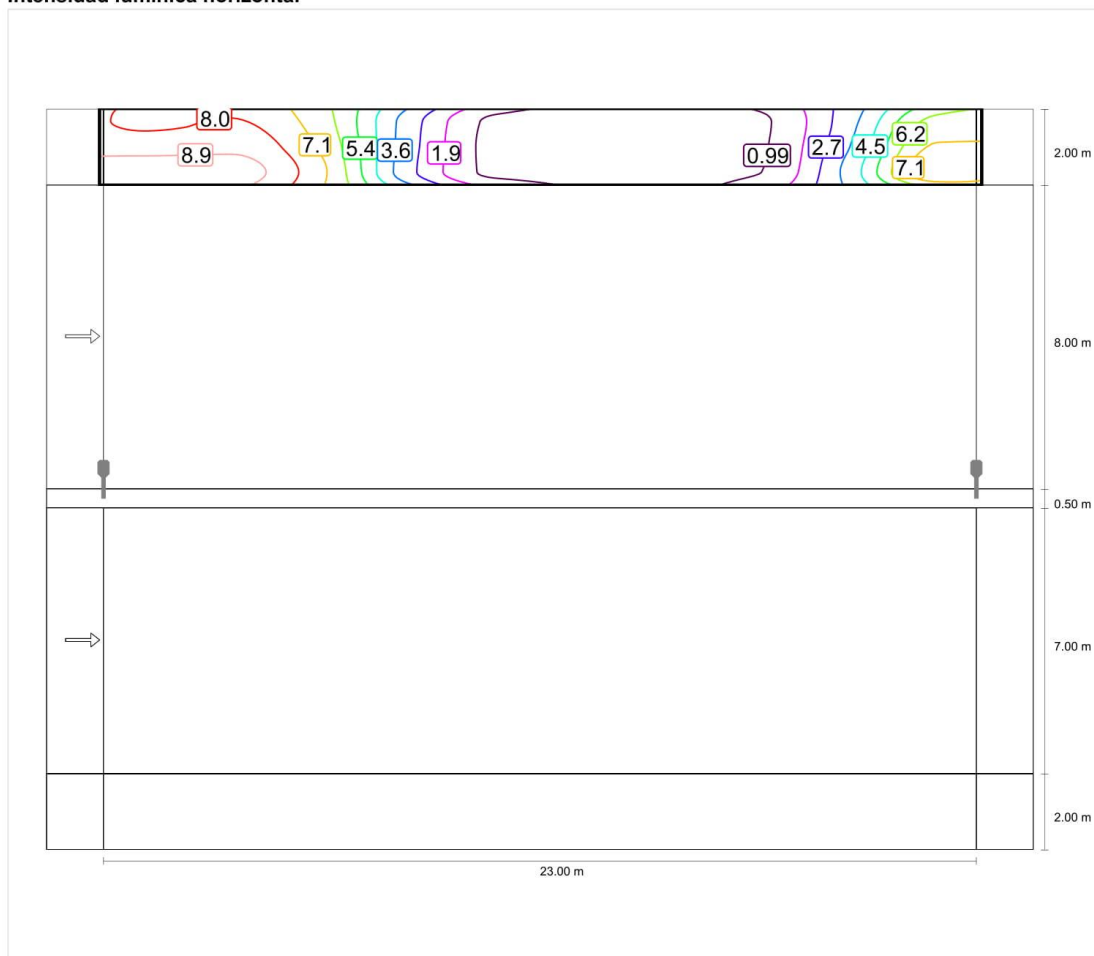
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.40
≤ 4.50	
✓ 4.11	✓ 0.55

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 10

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Gráfico de valores

DIALux

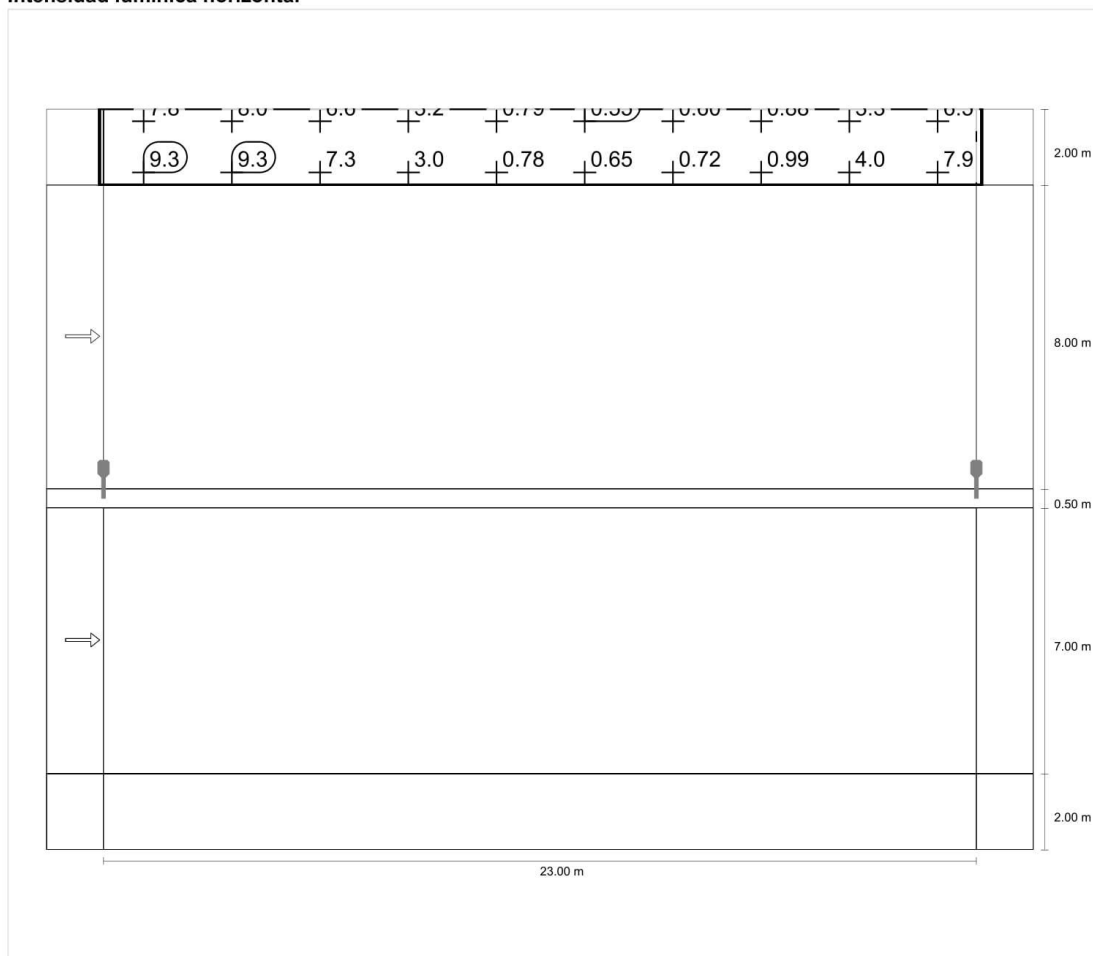
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 4.11	✓ 0.55

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 11

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Resumen de resultados

Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.24	✓ 0.18	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.94

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 13.500, 1.500)	0.24	0.18	0.18	1

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Calzada 1 (M1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

16.167	11.3	10.8	8.12	3.17	0.85	0.79	0.89	1.30	4.82	9.91
13.500	15.4	13.5	9.40	3.08	1.07	1.03	1.15	1.83	6.09	13.8
10.833	18.6	15.6	10.1	2.95	1.17	1.25	1.31	2.31	7.34	17.1
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
6.54	0.79	18.6	0.121	0.042

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

16.167	0.34	0.32	0.25	0.11	0.044	0.044	0.046	0.055	0.17	0.31
13.500	0.45	0.41	0.29	0.13	0.082	0.083	0.081	0.11	0.25	0.44
10.833	0.56	0.48	0.35	0.17	0.14	0.16	0.14	0.17	0.35	0.58
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.24	0.044	0.58	0.184	0.075

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

16.167	0.37	0.35	0.27	0.12	0.048	0.047	0.049	0.060	0.18	0.33
13.500	0.49	0.44	0.32	0.15	0.089	0.091	0.088	0.12	0.27	0.48
10.833	0.61	0.52	0.38	0.19	0.15	0.17	0.15	0.19	0.38	0.63
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.26	0.047	0.63	0.184	0.075

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

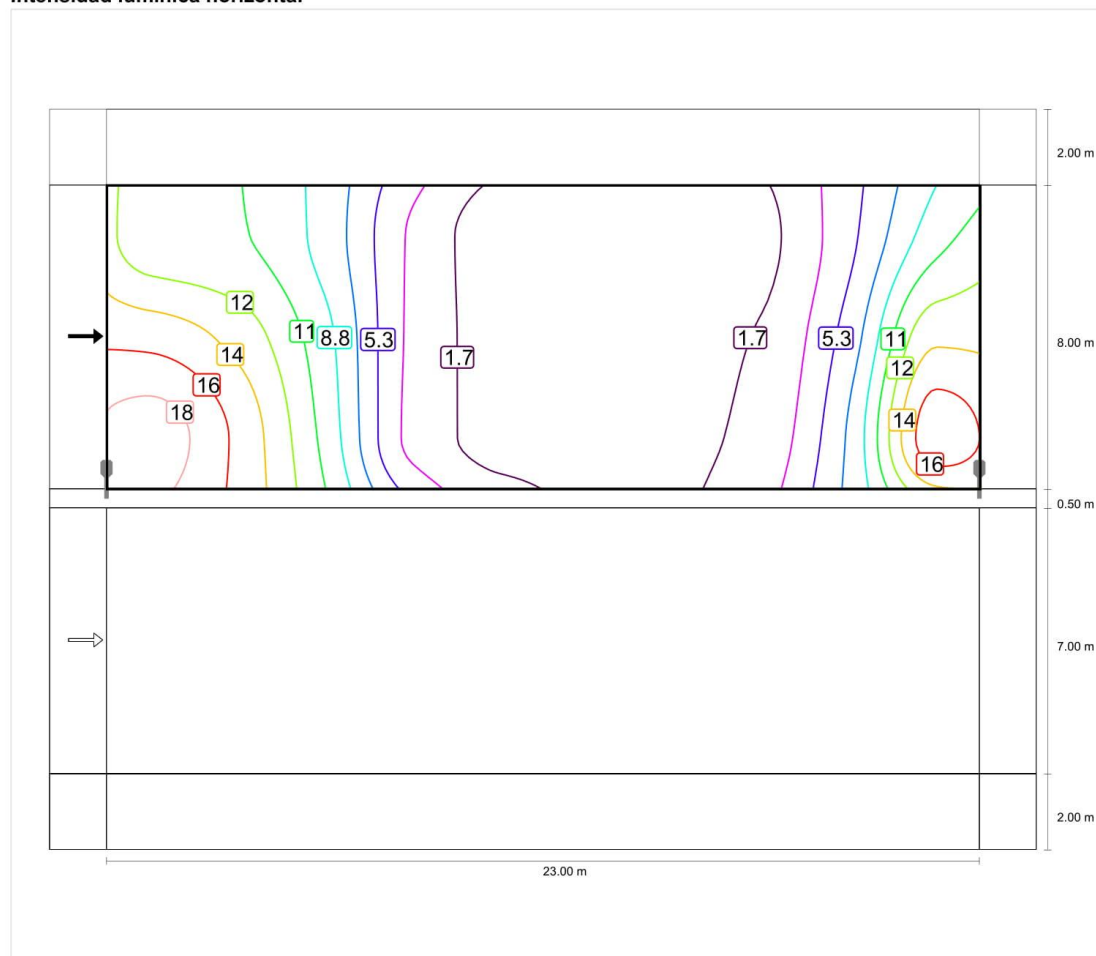
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.24	✓ 0.18	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.94

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 15

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

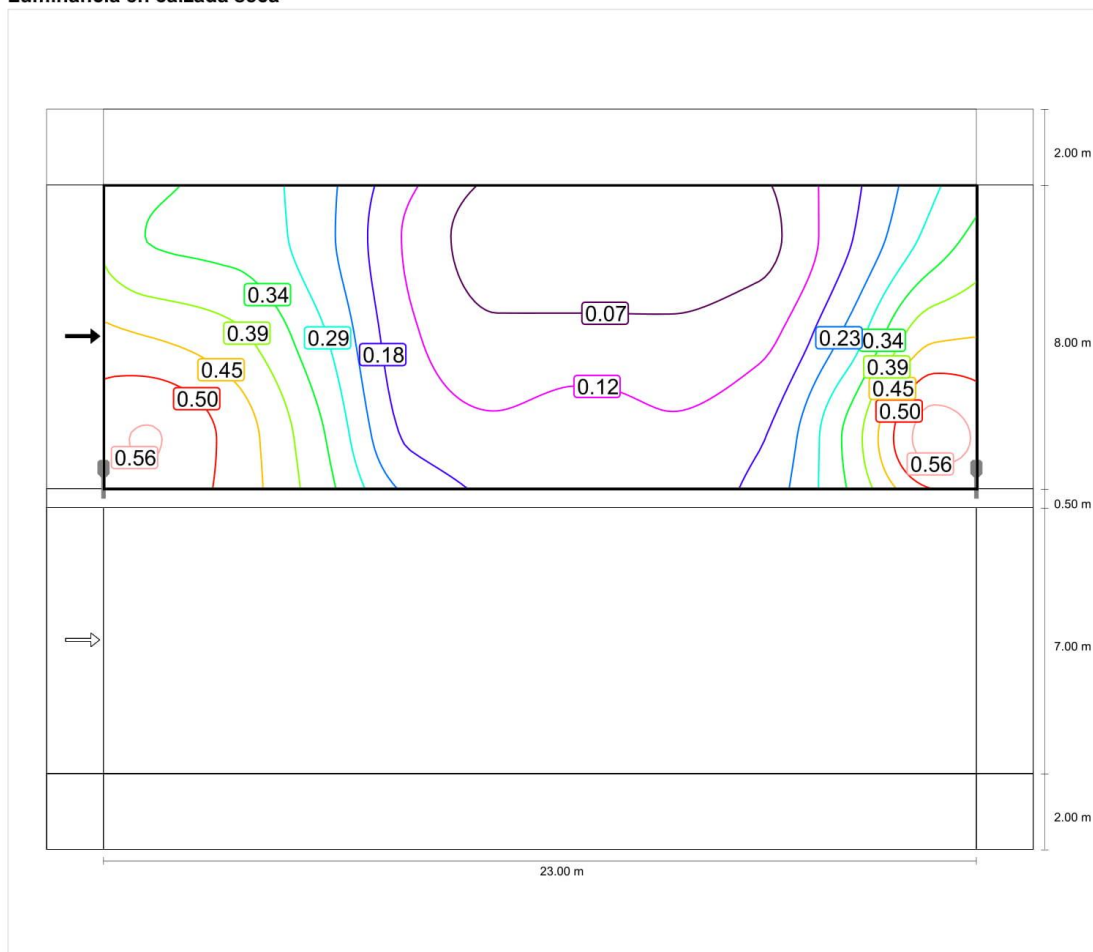
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 16

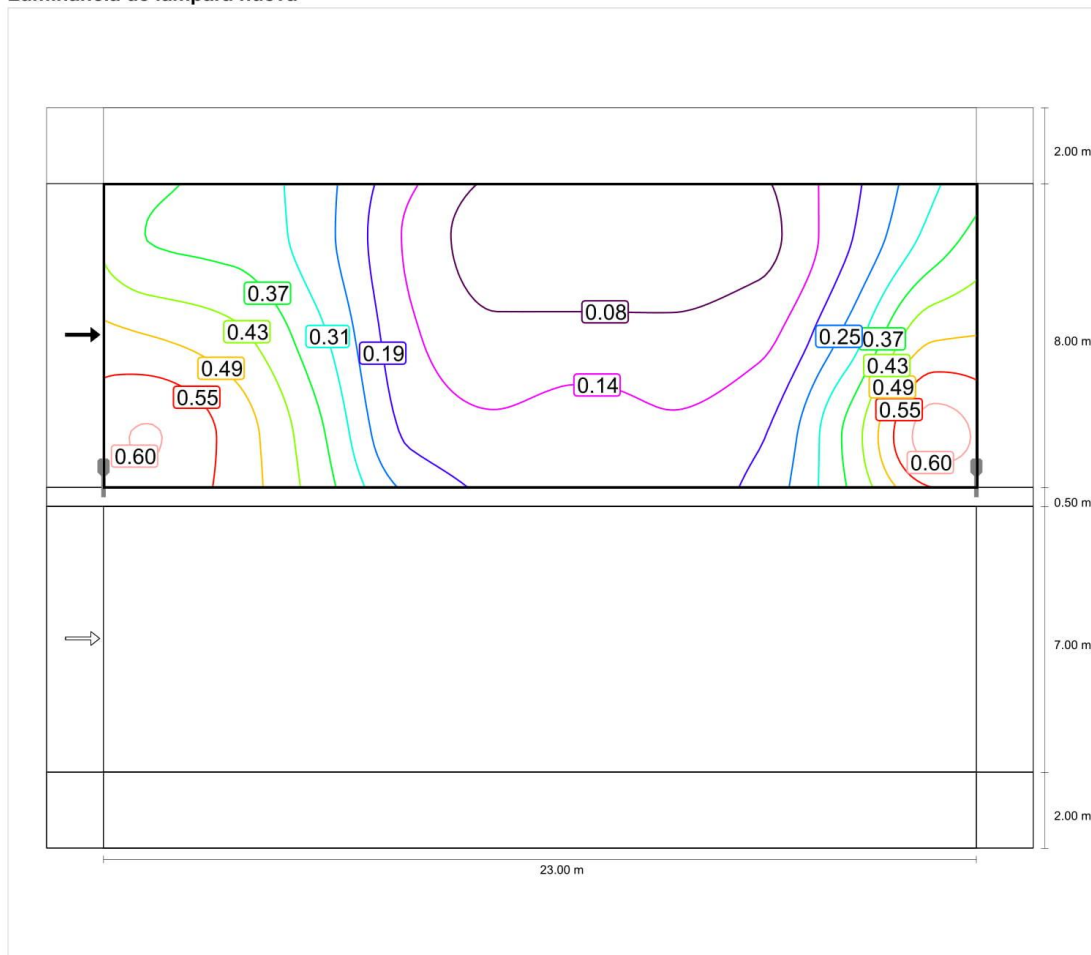
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 17

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

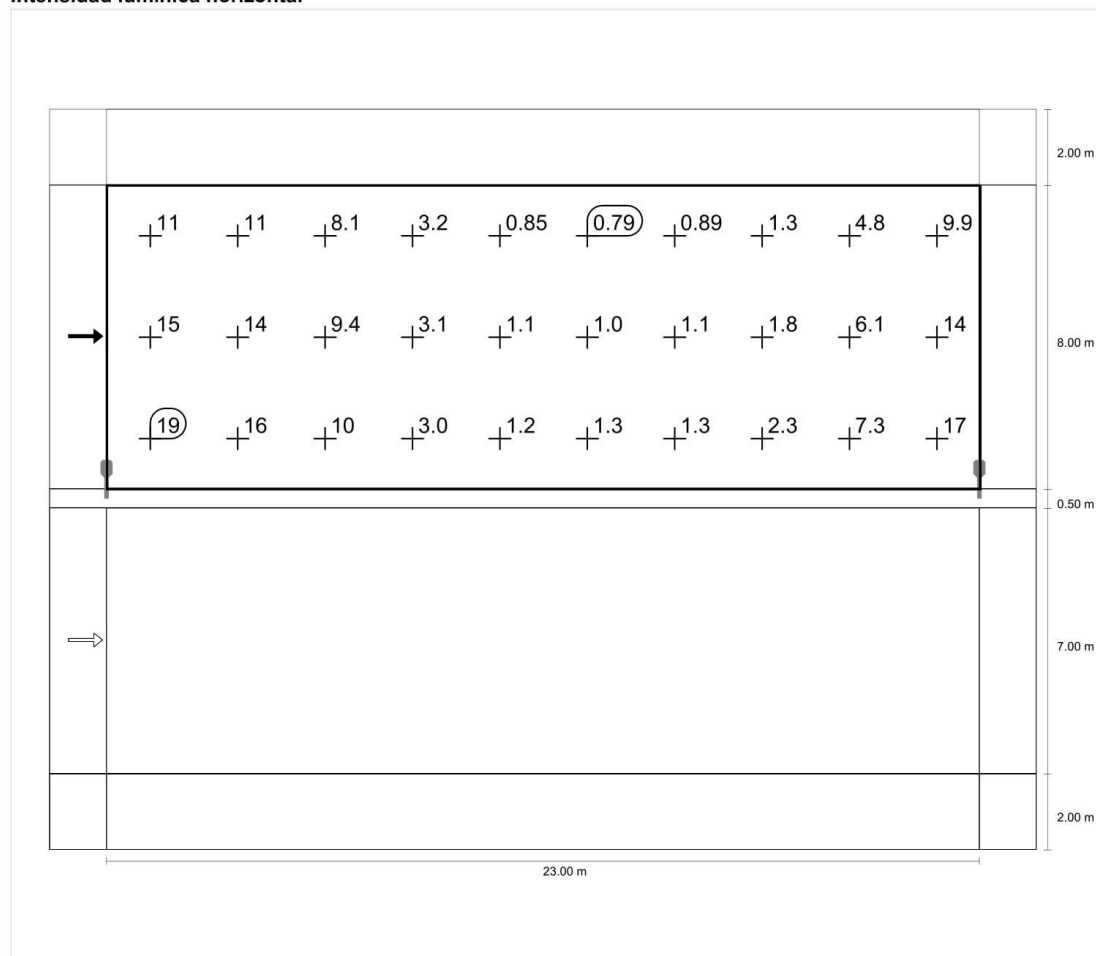
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.24	✓ 0.18	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.94

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 18

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

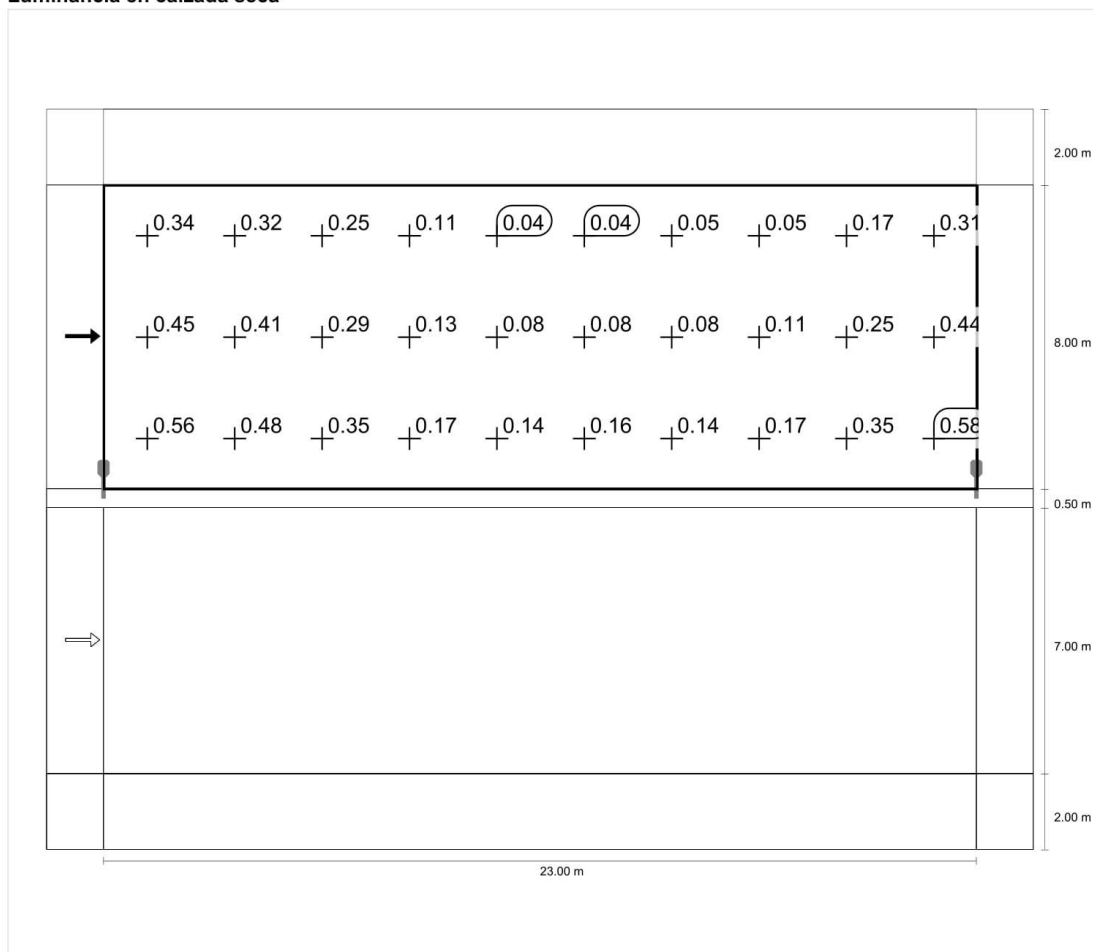
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 19

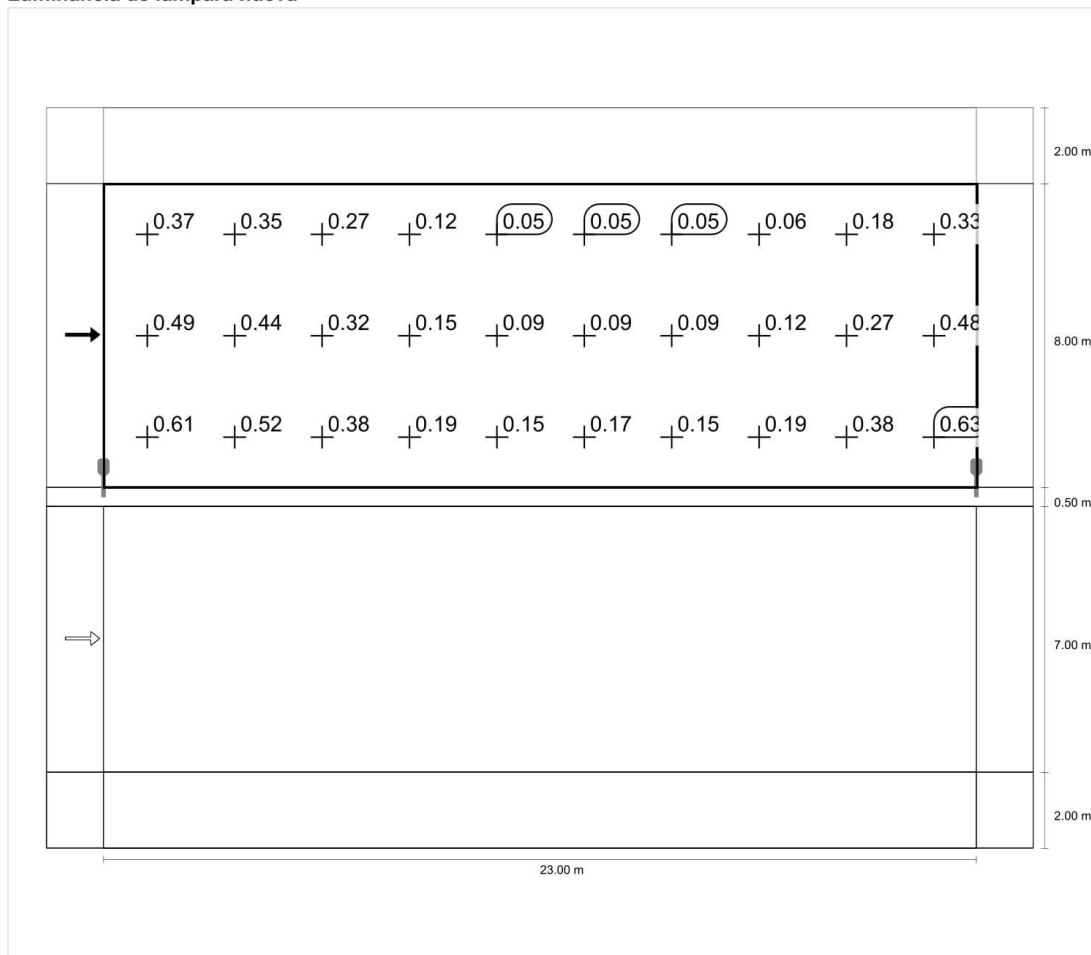
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Resumen de resultados

DIALux

Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.22	✓ 0.18	✓ 0.16	✓ 1	✓ 1.12

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 5.500, 1.500)	0.22	0.18	0.16	1

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Tablas

DIALux

Calzada 2 (M1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.833	17.3	14.8	9.83	3.01	1.16	1.16	1.25	2.15	6.82	15.7
5.500	13.8	12.5	8.94	3.09	0.98	0.94	1.05	1.63	5.61	12.3
3.167	10.4	10.1	7.82	3.20	0.81	0.73	0.82	1.14	4.46	9.06
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
6.09	0.73	17.3	0.120	0.042

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Tablas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.833	0.52	0.46	0.33	0.16	0.12	0.13	0.11	0.15	0.31	0.52
5.500	0.41	0.38	0.28	0.12	0.064	0.067	0.067	0.084	0.22	0.39
3.167	0.31	0.30	0.25	0.12	0.041	0.039	0.040	0.048	0.15	0.28
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.22	0.039	0.52	0.181	0.075

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.833	0.57	0.50	0.36	0.18	0.13	0.14	0.12	0.16	0.34	0.56
5.500	0.44	0.41	0.30	0.13	0.070	0.073	0.073	0.092	0.24	0.42
3.167	0.34	0.33	0.27	0.13	0.045	0.043	0.044	0.052	0.16	0.30
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.23	0.043	0.57	0.181	0.075

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

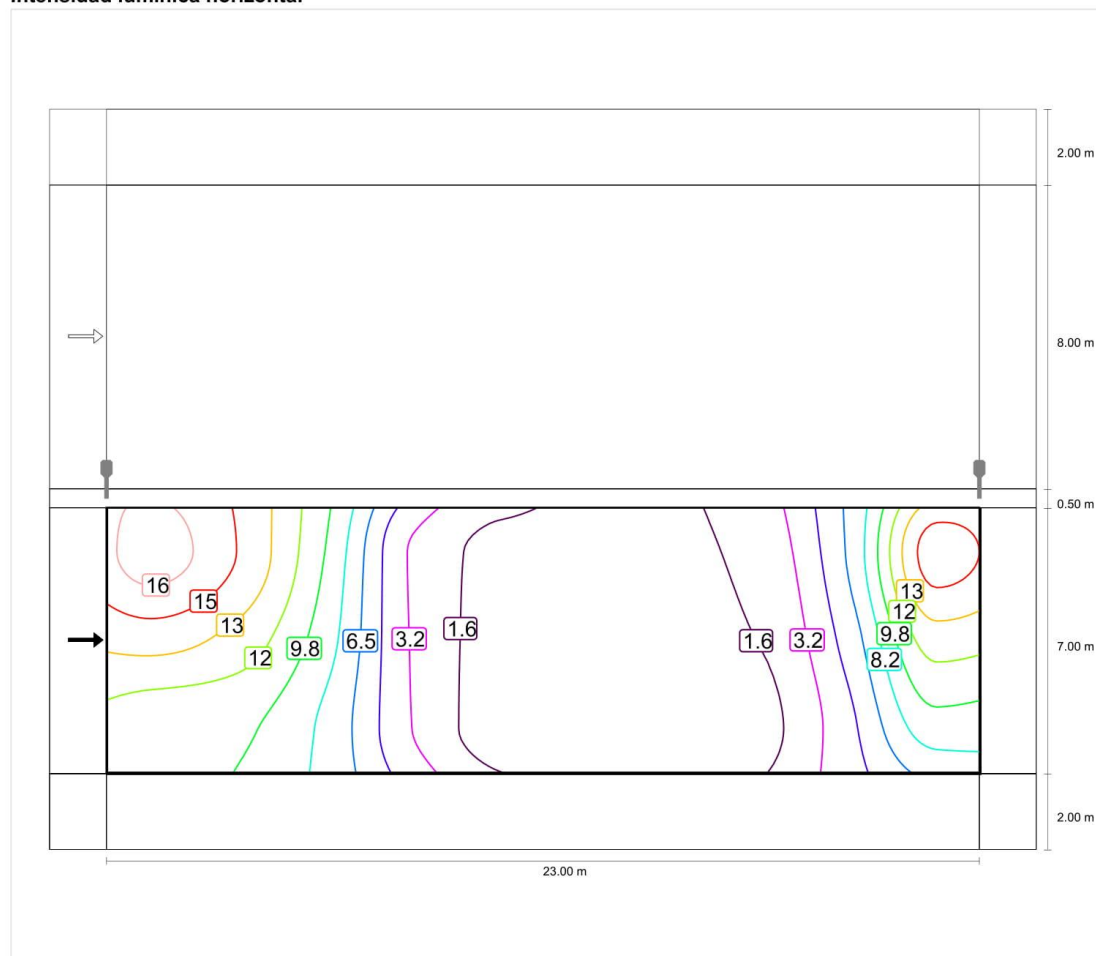
Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.22	✓ 0.18	✓ 0.16	✓ 1	✓ 1.12

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 24

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

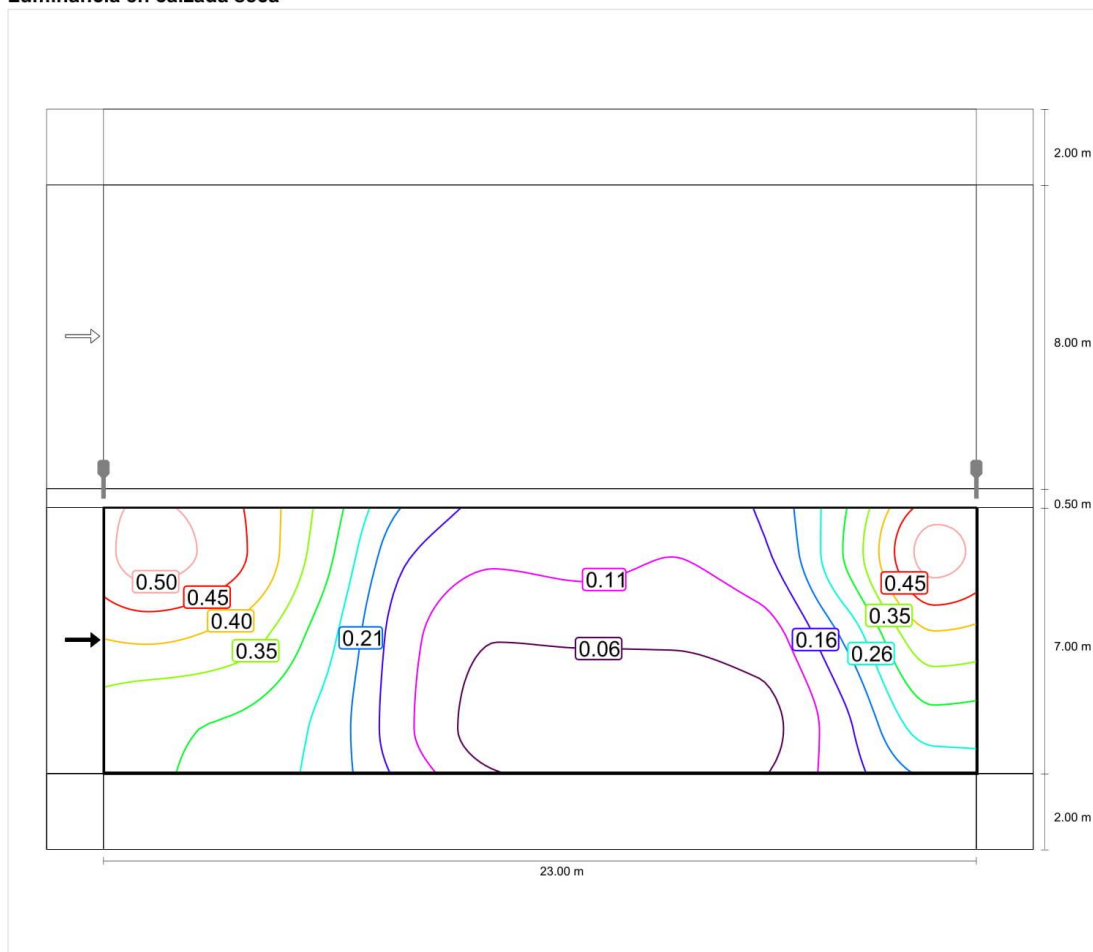
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 25

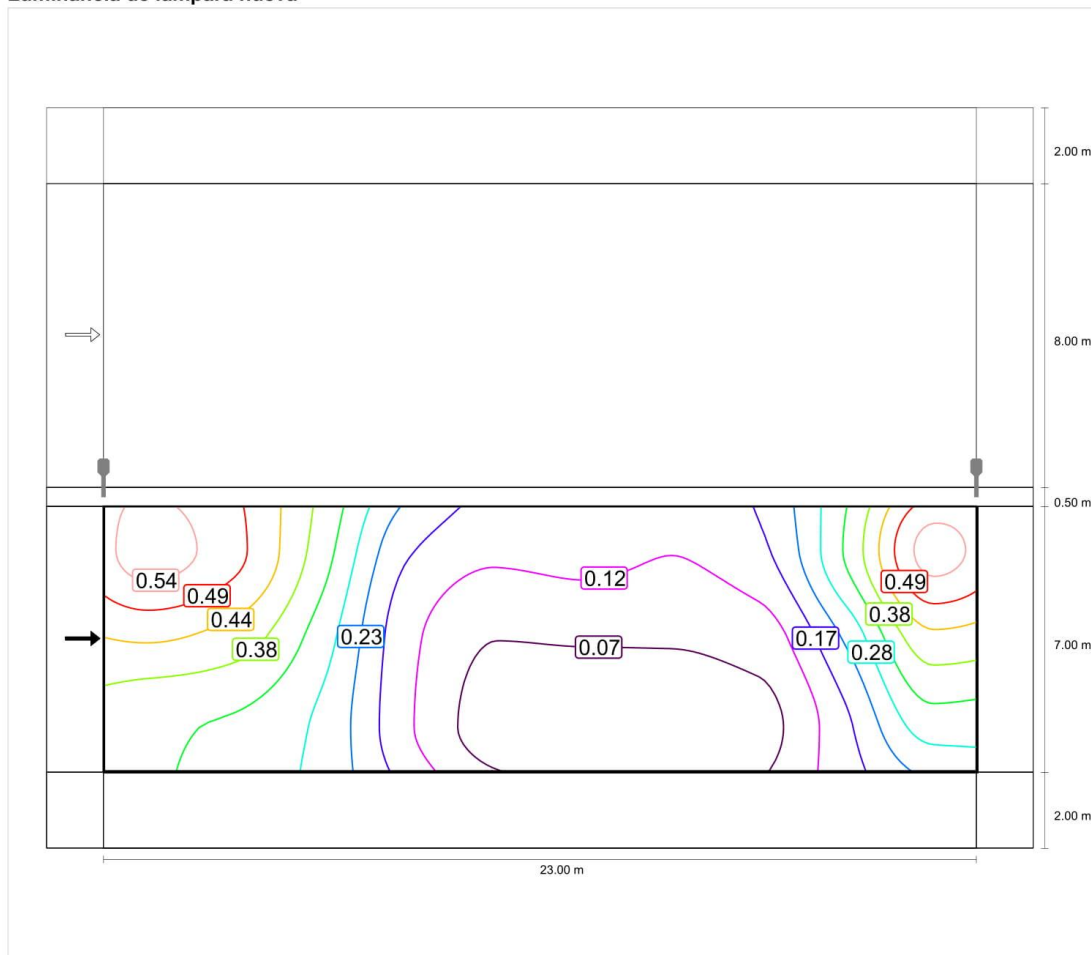
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 26

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

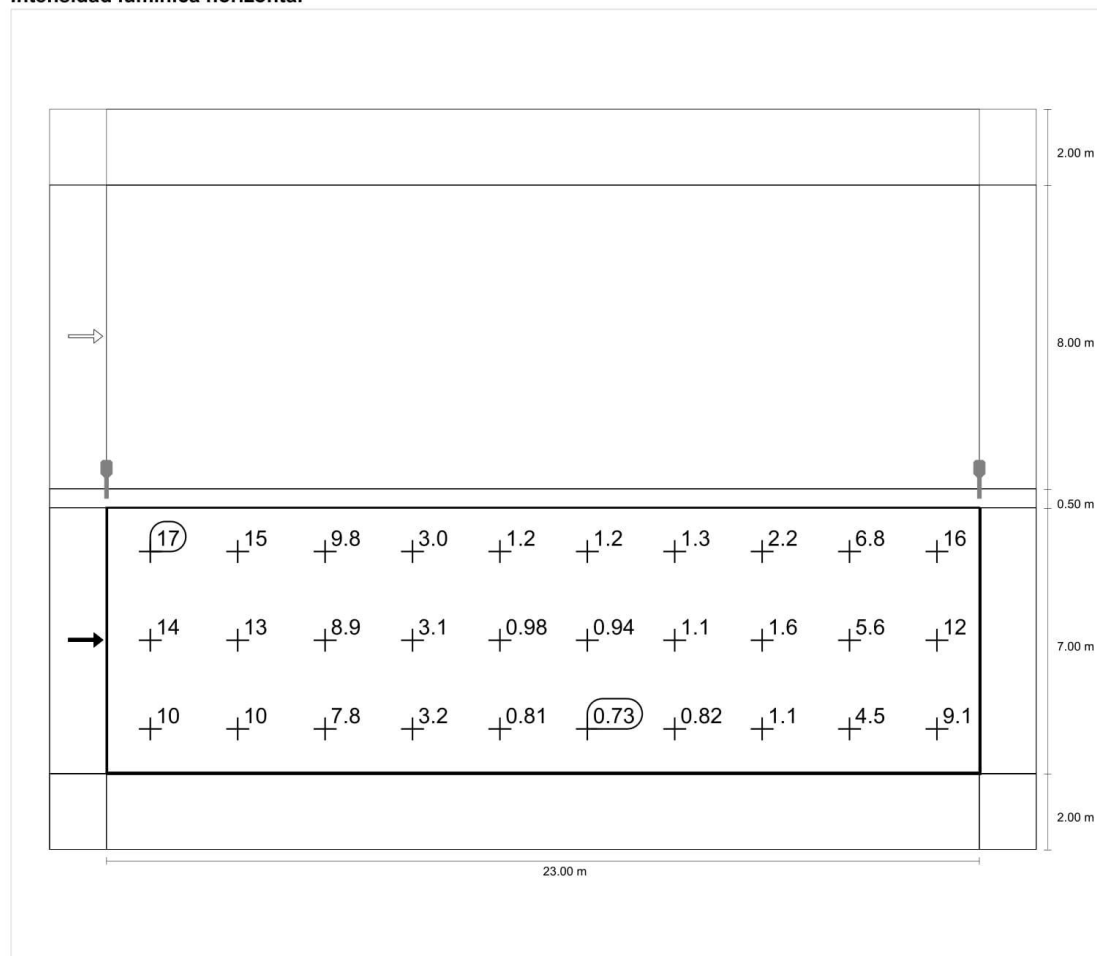
Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.22	✓ 0.18	✓ 0.16	✓ 1	✓ 1.12

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 27

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

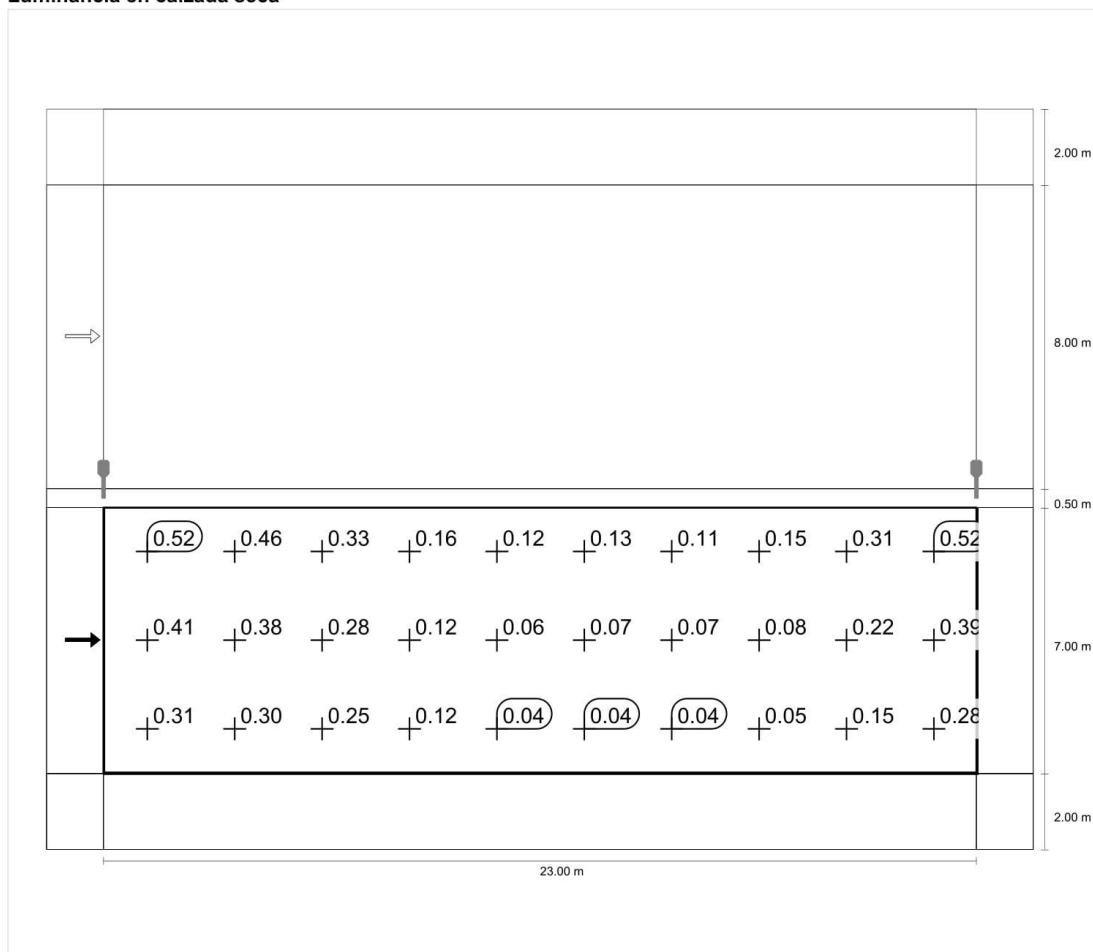
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 28

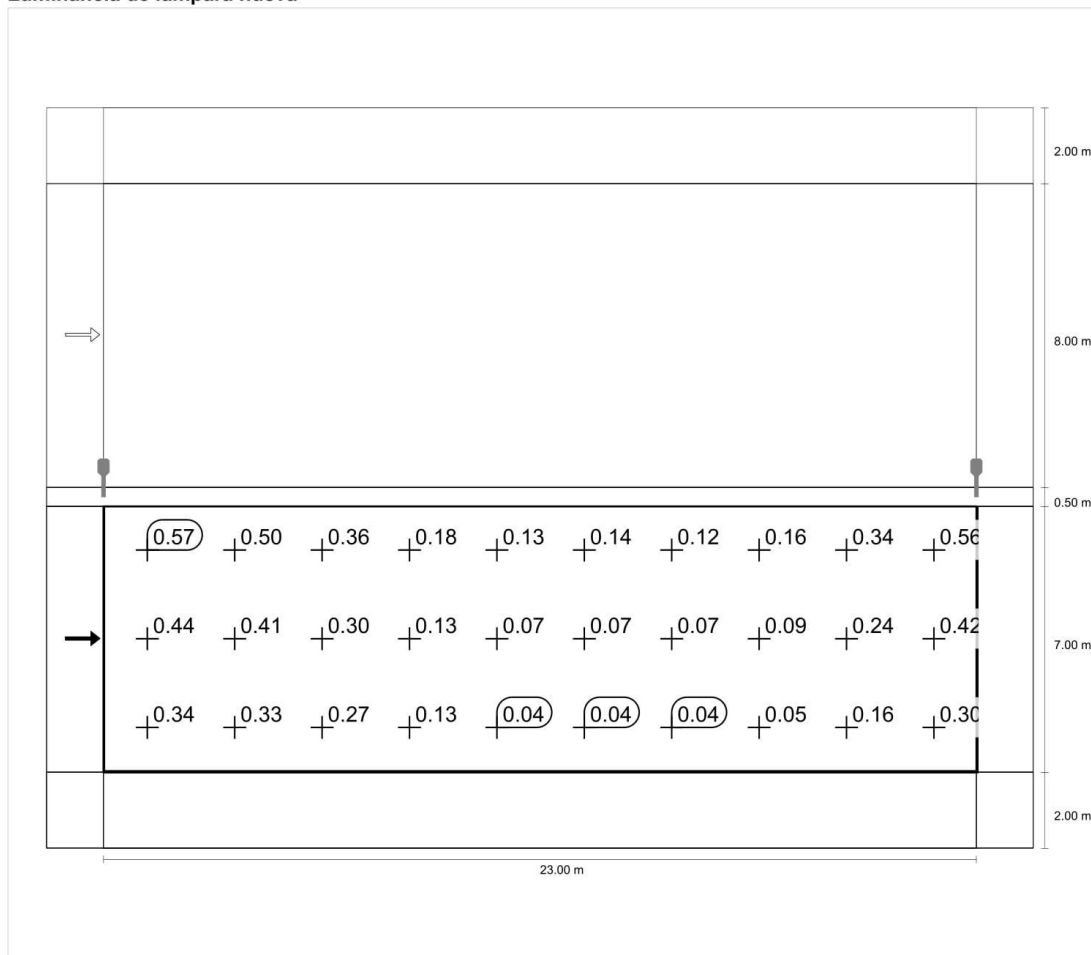
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Resumen de resultados

Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.50
✓ 3.91	✓ 0.53

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Tablas

DIALux

Camino peatonal 2 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

1.667	8.71	8.79	7.08	3.08	0.76	0.61	0.67	0.94	3.70	7.40
1.000	7.99	8.18	6.73	3.19	0.76	0.56	0.62	0.90	3.35	6.71
0.333	7.31	7.60	6.42	3.17	0.84	0.53	0.56	0.81	3.15	6.10
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
3.91	0.53	8.79	0.134	0.060

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Isolíneas

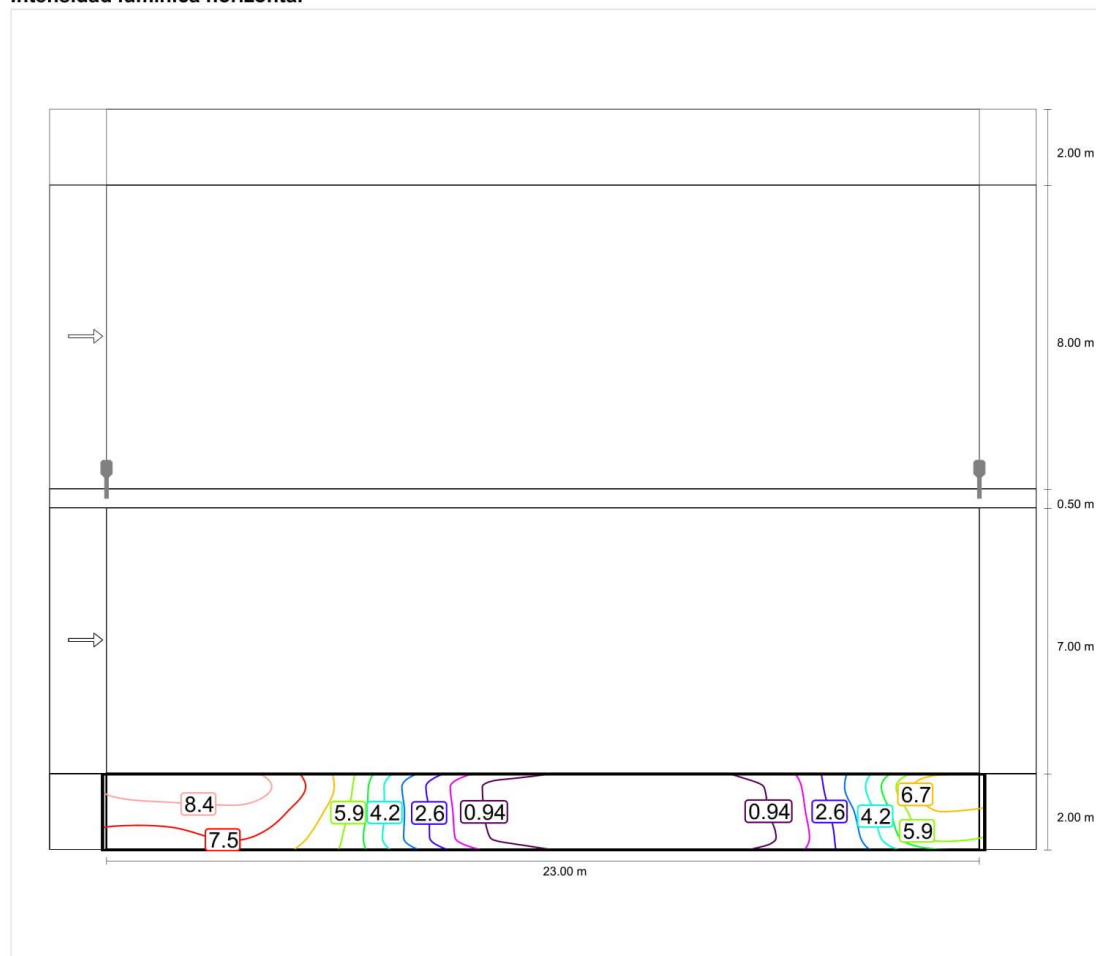
Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.50
≤ 4.50	
✓ 3.91	✓ 0.53

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 32

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Gráfico de valores

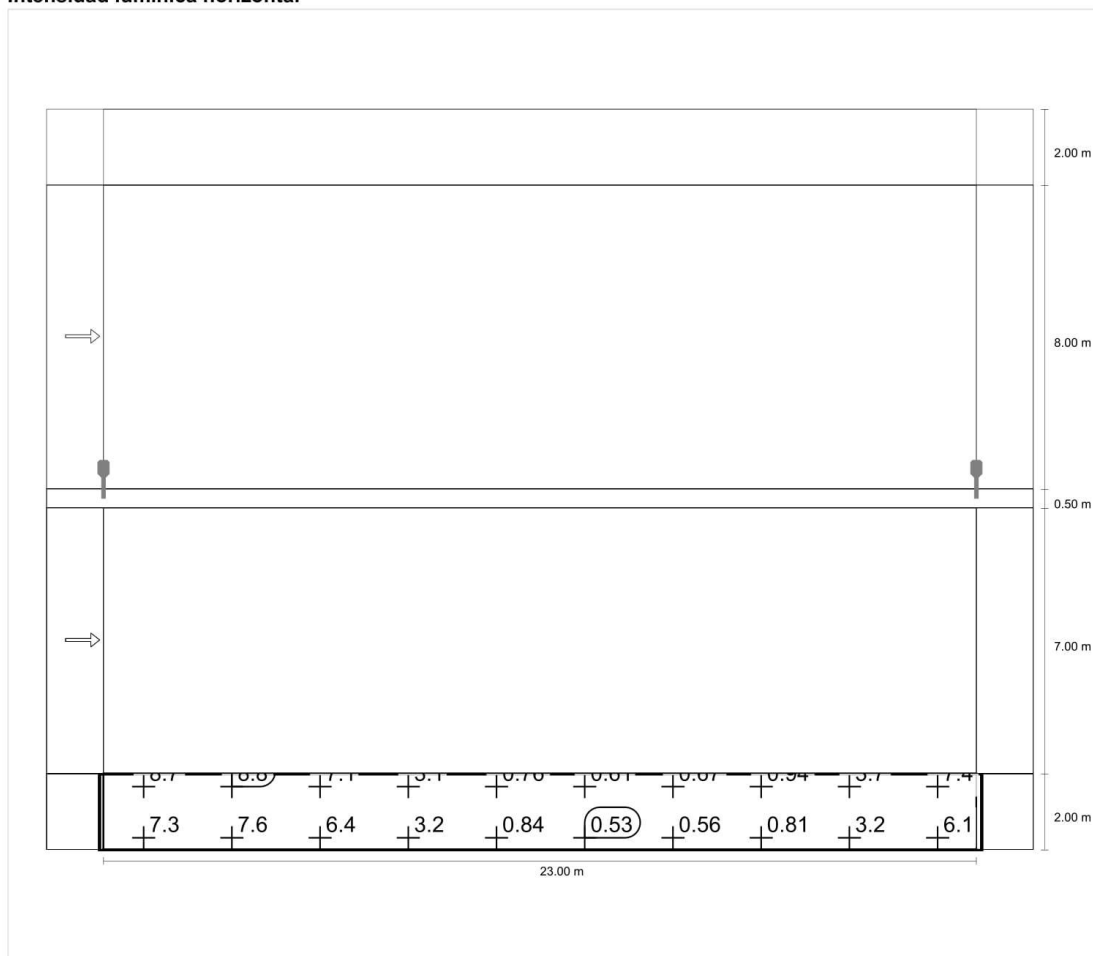
Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.50
≤ 4.50	
✓ 3.91	✓ 0.53

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 33

Fecha:
14/12/2018

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

ANALISIS DE VIA I

Índice

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)..... 3

Calle 1: Alternativa 1

Resultados de planificación..... 6

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4)

Resumen de resultados..... 7

Tablas..... 8

Isolíneas..... 9

Gráfico de valores..... 10

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1)

Resumen de resultados..... 11

Tablas..... 12

Isolíneas..... 14

Gráfico de valores..... 16

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

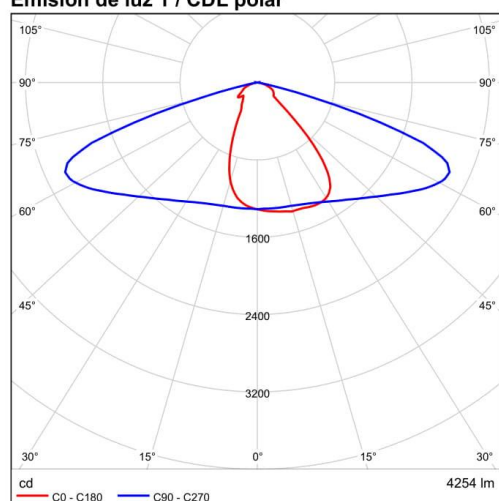
Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED

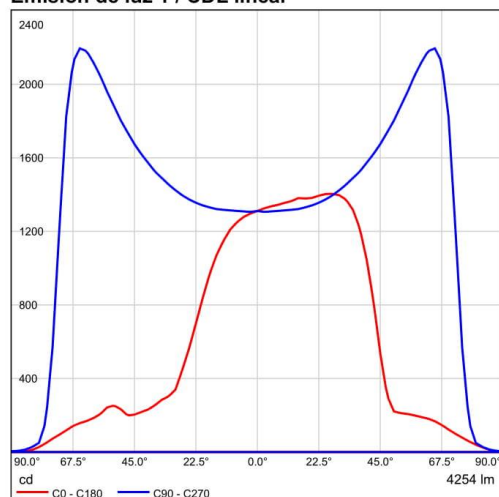
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Fotometría absoluta
Flujo luminoso de las luminarias: 4254 lm
Potencia: 37.0 W
Rendimiento lumínico: 115.0 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



Emisión de luz 1 / CDL lineal



DIALux

Página 3

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

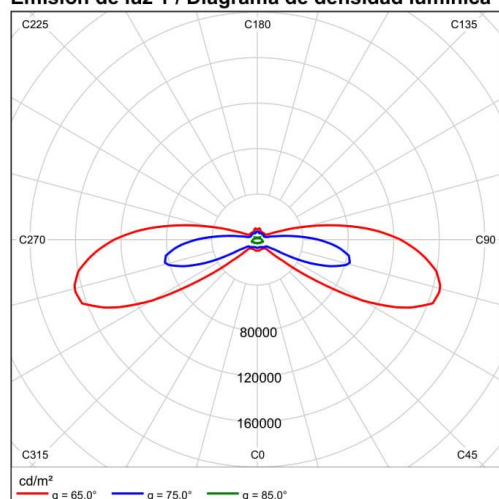
14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



DIALux

Página 4

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama UGR porque la distribución luminosa es asimétrica.

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

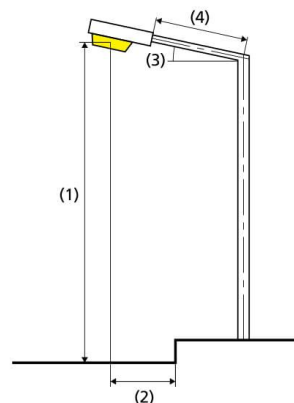
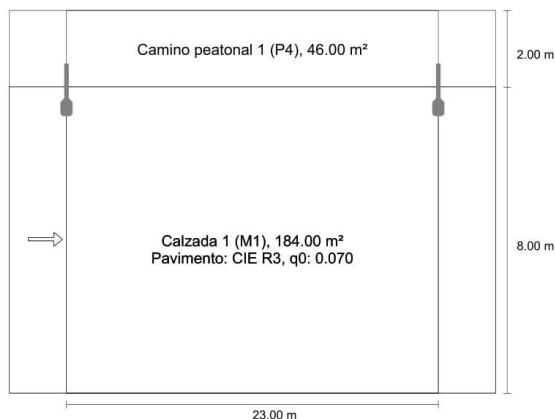
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

DIALux

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V
DM MP1



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✗ 7.65	✓ 1.15

Calzada 1 (M1)

Lm [cd/m²] ≥ 2.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.70	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✗ 0.27	✗ 0.16	✗ 0.15	✓ 2	✓ 0.61

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.024 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (148.0 kWh/año)	0.6 kWh/m² año

Lámpara:	1xLED
Flujo luminoso (luminaria):	4254.37 lm
Flujo luminoso (lámpara):	4254.37 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 37.0 W
W/km:	1591.0
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	23.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.100 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	612 cd/klm *
sobre 80°	21.2 cd/klm *
sobre 90°	1.52 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	G*3

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

* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

DIALux

Página 6

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Resumen de resultados

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 7.60 ≤ 11.40	Emin [lx] ≥ 1.00
✓ 7.65	✓ 1.15

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Tablas

Camino peatonal 1 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

9.667	16.1	6.78	2.14	1.25	1.16	1.15	2.83	9.85	15.0	17.7
9.000	16.9	7.11	2.26	1.28	1.22	1.16	2.81	10.0	15.6	18.5
8.333	17.5	7.32	2.30	1.31	1.25	1.16	2.79	10.1	15.9	19.1
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
7.65	1.15	19.1	0.150	0.060

DIALux

Página 8

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Isolíneas

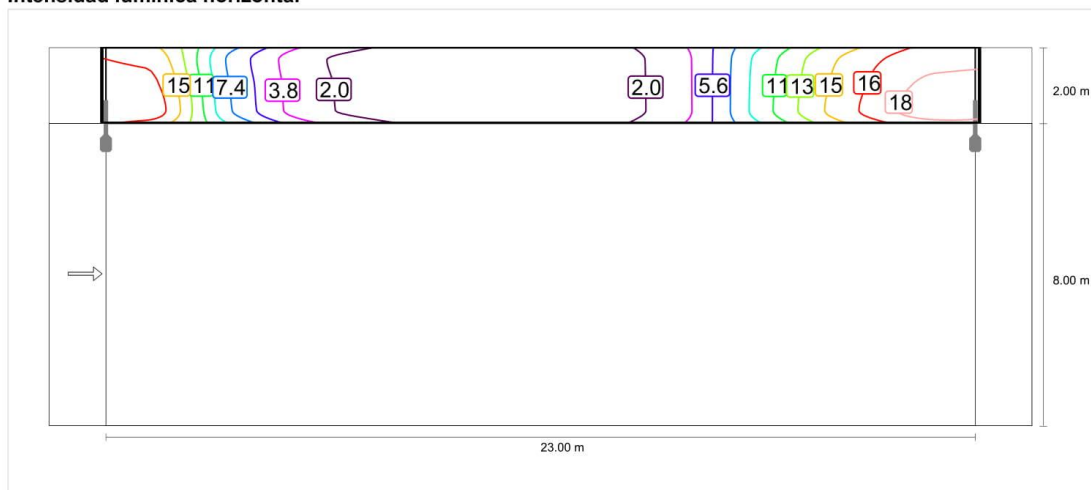
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.60	≥ 1.00
≤ 11.40	
✓ 7.65	✓ 1.15

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 9

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Gráfico de valores

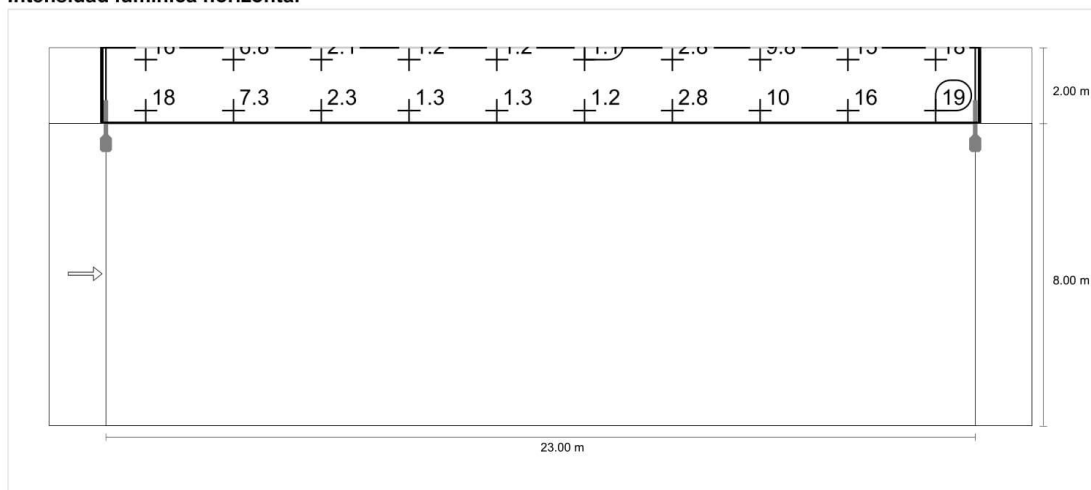
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.60	≥ 1.00
≤ 11.40	
✓ 7.65	✓ 1.15

Intensidad luminica horizontal



VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Resumen de resultados

DIALux

Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.27	✓ 0.16	✓ 0.15	✓ 2	✓ 0.61

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 4.000, 1.500)	0.27	0.16	0.15	2

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Calzada 1 (M1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

6.667	17.1	7.34	2.31	1.31	1.25	1.17	2.95	10.1	15.6	18.6
4.000	13.8	6.09	1.83	1.15	1.03	1.07	3.08	9.40	13.5	15.4
1.333	9.91	4.82	1.30	0.89	0.79	0.85	3.17	8.12	10.8	11.3
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
6.54	0.79	18.6	0.121	0.042

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.667	0.52	0.27	0.14	0.13	0.14	0.15	0.31	0.69	0.71	0.63
4.000	0.41	0.20	0.087	0.077	0.082	0.088	0.22	0.51	0.53	0.49
1.333	0.30	0.15	0.052	0.044	0.045	0.049	0.16	0.32	0.37	0.35
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.27	0.044	0.71	0.161	0.062

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.667	0.57	0.29	0.16	0.14	0.15	0.16	0.33	0.75	0.77	0.69
4.000	0.44	0.22	0.095	0.084	0.090	0.096	0.24	0.55	0.57	0.53
1.333	0.32	0.16	0.057	0.048	0.048	0.053	0.17	0.35	0.40	0.38
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.30	0.048	0.77	0.161	0.062

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

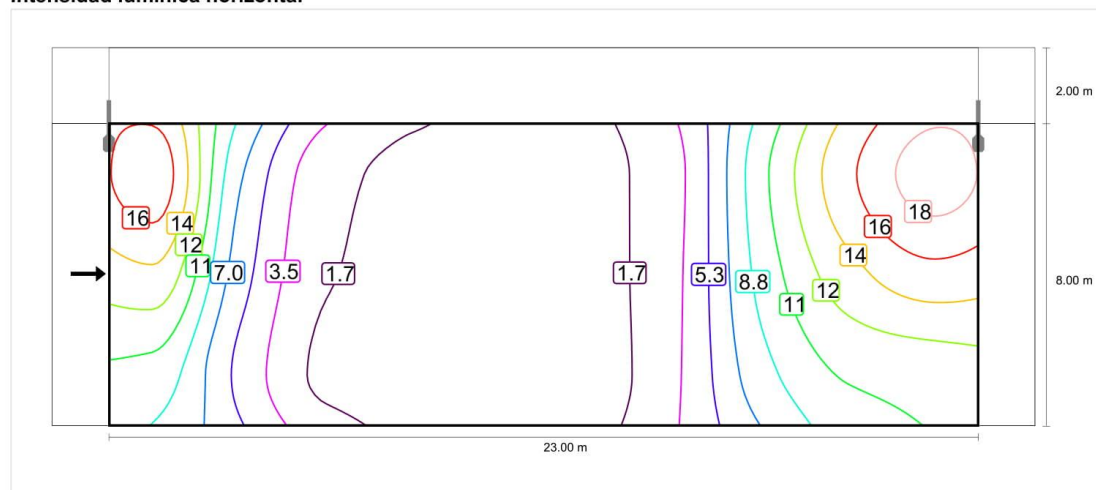
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

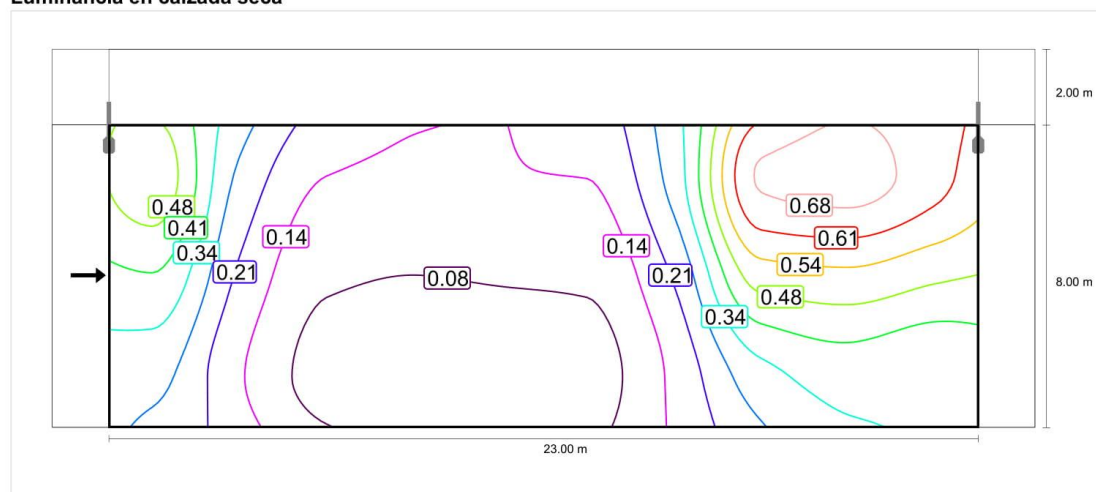
Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.27	✓ 0.16	✓ 0.15	✓ 2	✓ 0.61

Intensidad luminica horizontal



Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 14

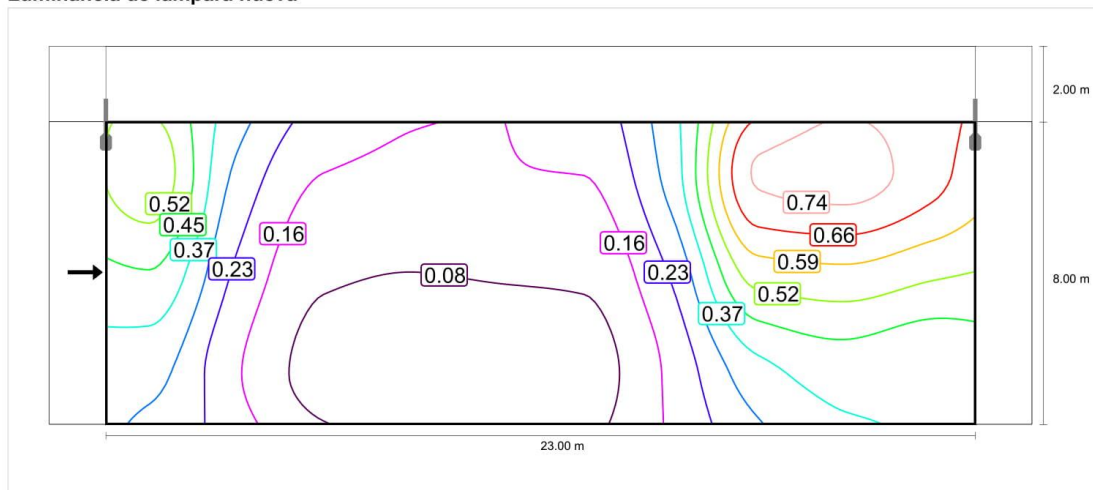
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 15

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

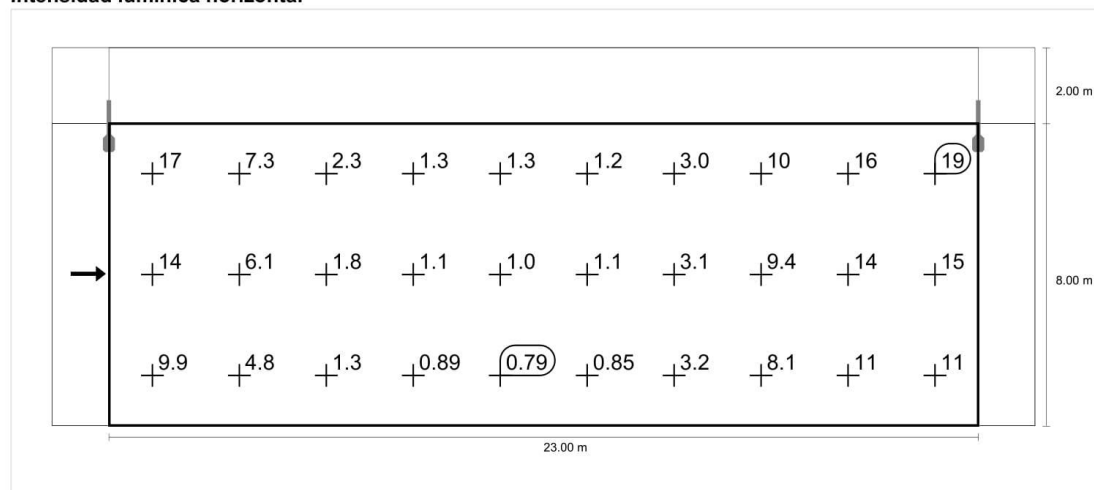
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

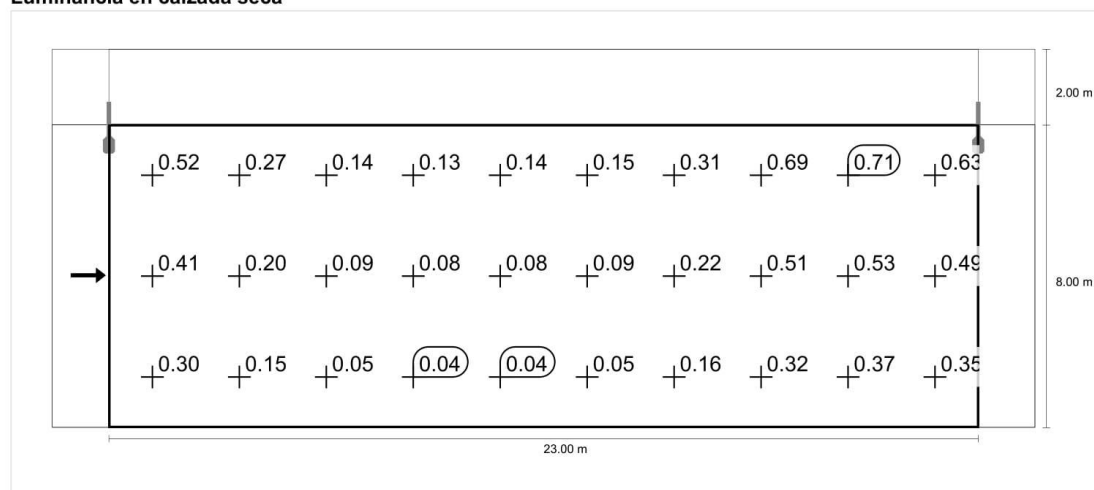
Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.27	✓ 0.16	✓ 0.15	✓ 2	✓ 0.61

Intensidad luminica horizontal



Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 16

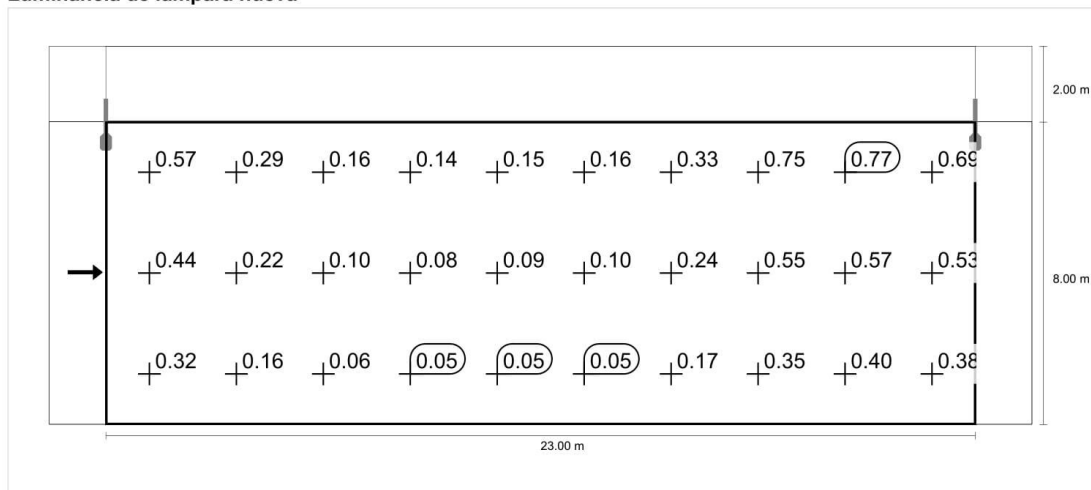
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



Fecha:
14/12/2018

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

ANALISIS DE VIA II

Índice

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED).....	3
--	---

Calle 1: Alternativa 1

Resultados de planificación.....	6
----------------------------------	---

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4)

Resumen de resultados.....	8
----------------------------	---

Tablas.....	9
-------------	---

Isolíneas.....	10
----------------	----

Gráfico de valores.....	11
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1)

Resumen de resultados.....	12
----------------------------	----

Tablas.....	13
-------------	----

Isolíneas.....	15
----------------	----

Gráfico de valores.....	18
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1)

Resumen de resultados.....	21
----------------------------	----

Tablas.....	22
-------------	----

Isolíneas.....	24
----------------	----

Gráfico de valores.....	27
-------------------------	----

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4)

Resumen de resultados.....	30
----------------------------	----

Tablas.....	31
-------------	----

Isolíneas.....	32
----------------	----

Gráfico de valores.....	33
-------------------------	----

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

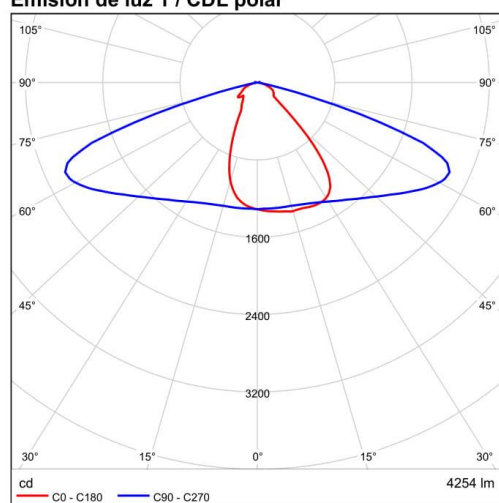
DIALux

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED

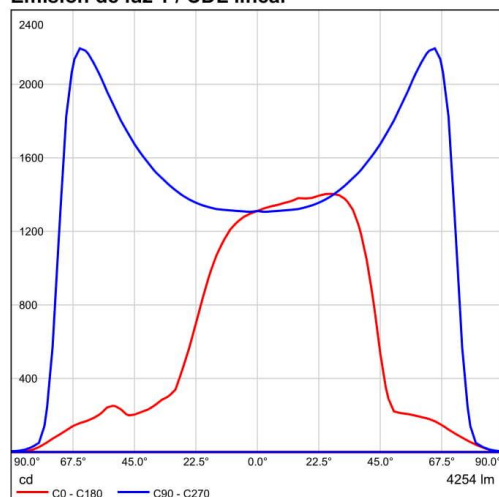
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Fotometría absoluta
Flujo luminoso de las luminarias: 4254 lm
Potencia: 37.0 W
Rendimiento lumínico: 115.0 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



Emisión de luz 1 / CDL lineal



DIALux

Página 3

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

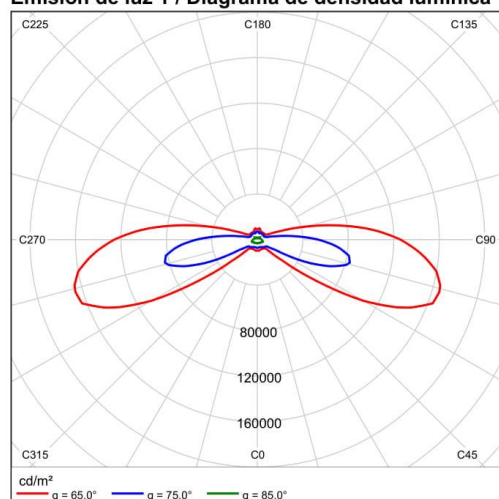
14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



DIALux

Página 4

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 1xLED / Philips Lighting - BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 (1xLED)

DIALux

No se puede crear un diagrama UGR porque la distribución luminosa es asimétrica.

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

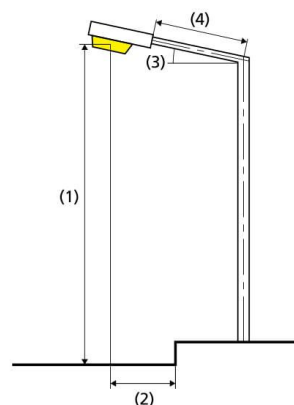
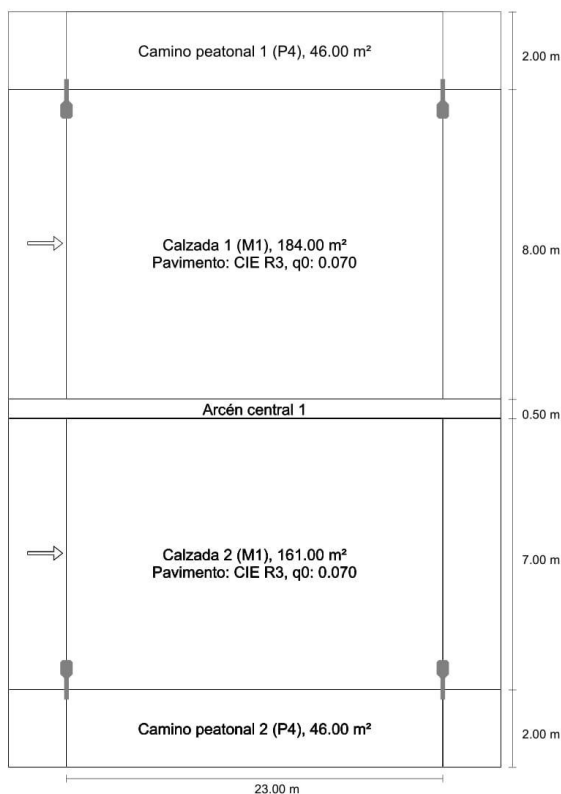
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

DIALux

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRP371 LED42NW 37W 220-240V
DM MP1



Lámpara:	1xLED
Flujo luminoso (luminaria):	4254.37 lm
Flujo luminoso (lámpara):	4254.37 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 37.0 W
W/km:	3182.0
Organización:	bilateral enfrente
Distancia entre mástiles:	23.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	0.750 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	612 cd/klm *
sobre 80°	21.2 cd/klm *
sobre 90°	1.52 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	G*3

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

* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

DIALux

Página 6

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✗ 9.44	✓ 1.51

Calzada 1 (M1)

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.39	✓ 0.21	✓ 0.17	✓ 1	✓ 1.01

Calzada 2 (M1)

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.36	✓ 0.23	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.98

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.50
✗ 9.44	✓ 1.51

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp) 0.017 W/lx·m²
Densidad de consumo de energía
Organización: BRP371 LED42NW 37W 220-240V DM MP1 0.7 kWh/m² año
(296.0 kWh/año)

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Resumen de resultados

DIALux

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✗ 9.44	✓ 1.51

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Tablas

DIALux

Camino peatonal 1 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

19.167	18.9	9.95	5.05	3.24	2.12	1.51	3.09	10.3	16.3	19.9
18.500	20.0	10.6	5.48	3.42	2.20	1.52	3.08	10.5	16.9	21.0
17.833	21.0	11.1	5.77	3.60	2.24	1.52	3.07	10.7	17.4	21.8
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
9.44	1.51	21.8	0.160	0.069

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Isolíneas

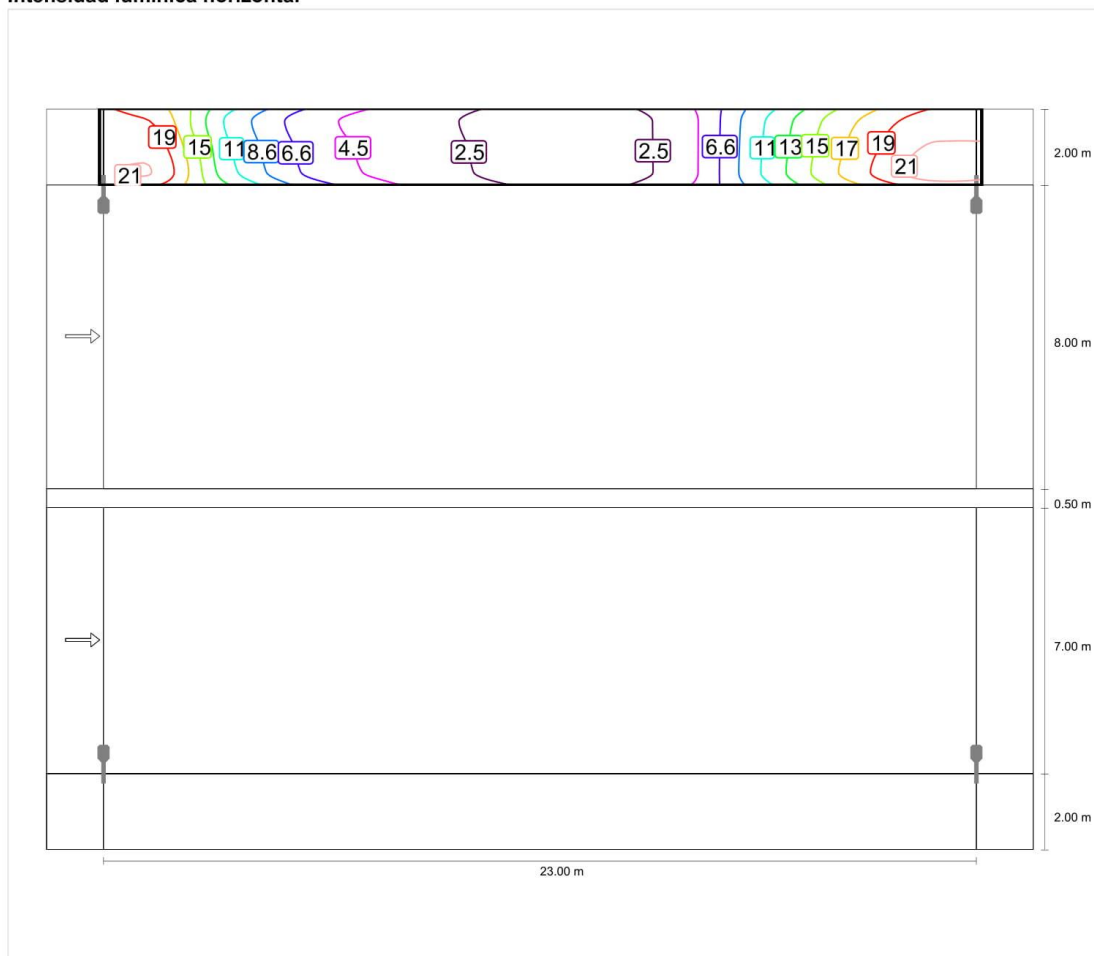
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.40
≤ 4.50	
✗ 9.44	✓ 1.51

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 10

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P4) / Gráfico de valores

DIALux

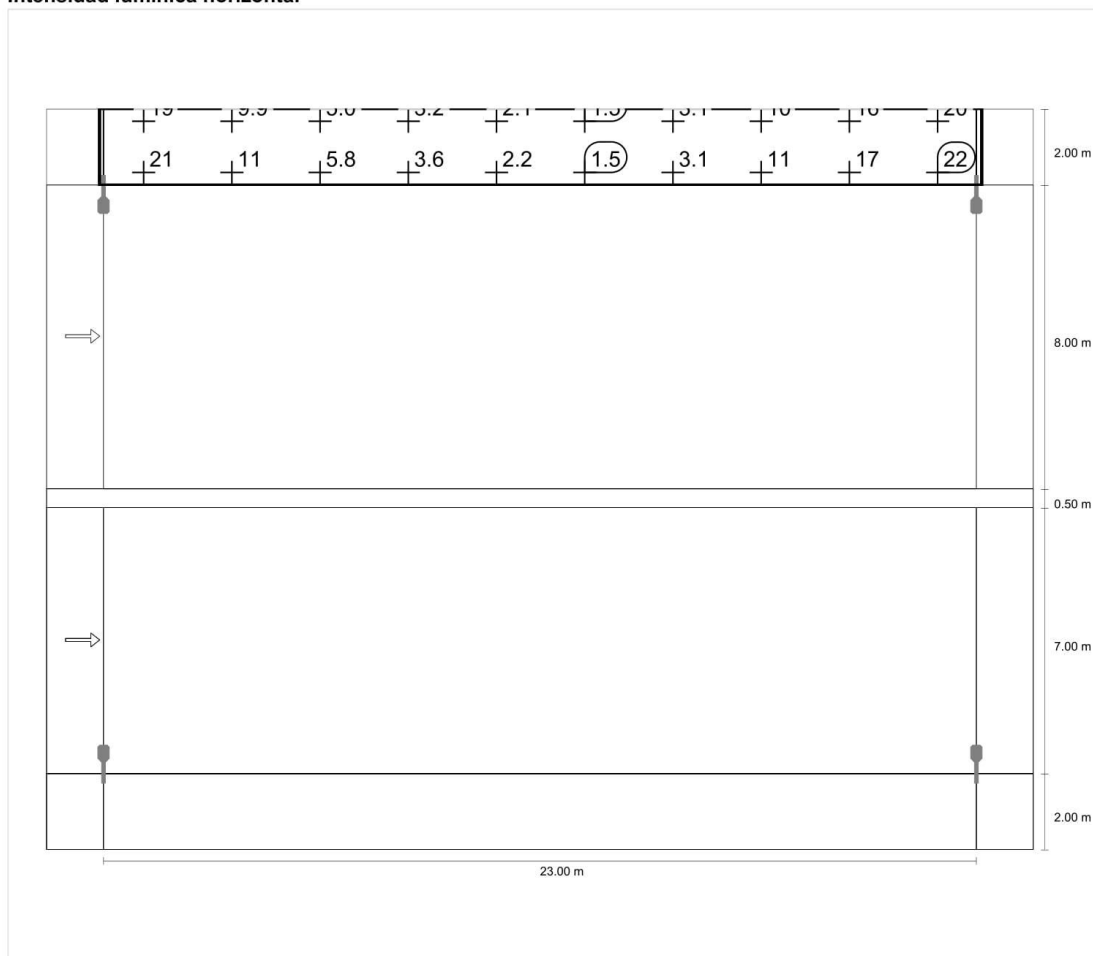
Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.40
≤ 4.50	
✗ 9.44	✓ 1.51

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 11

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Resumen de resultados

Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.39	✓ 0.21	✓ 0.17	✓ 1	✓ 1.01

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 13.500, 1.500)	0.39	0.21	0.17	1

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Calzada 1 (M1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

16.167	21.4	12.0	6.54	4.02	2.29	1.57	3.28	10.8	17.4	22.1
13.500	19.9	12.5	7.47	4.29	2.00	1.53	3.55	10.2	16.3	20.4
10.833	18.5	13.5	8.36	4.04	1.59	1.47	3.85	9.08	14.5	18.7
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
9.77	1.47	22.1	0.150	0.067

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Tablas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

16.167	0.68	0.44	0.31	0.24	0.19	0.17	0.32	0.72	0.78	0.76
13.500	0.60	0.42	0.29	0.20	0.13	0.11	0.24	0.55	0.63	0.65
10.833	0.55	0.42	0.28	0.16	0.085	0.083	0.19	0.36	0.50	0.57
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.39	0.083	0.78	0.214	0.106

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

16.167	0.74	0.48	0.34	0.26	0.20	0.18	0.35	0.78	0.85	0.83
13.500	0.66	0.45	0.32	0.22	0.14	0.12	0.26	0.59	0.68	0.71
10.833	0.60	0.45	0.30	0.18	0.092	0.090	0.21	0.39	0.54	0.62
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.42	0.090	0.85	0.214	0.106

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

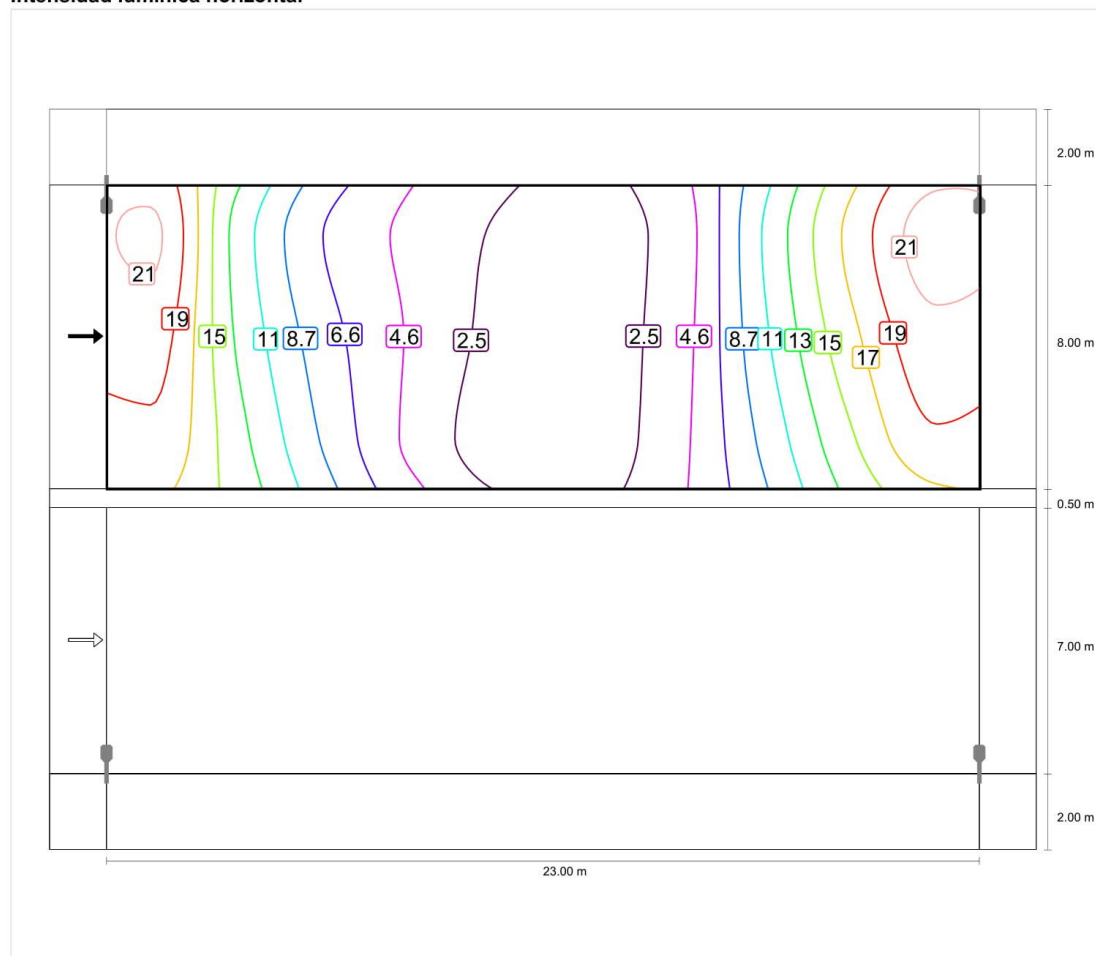
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.39	✓ 0.21	✓ 0.17	✓ 1	✓ 1.01

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 15

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

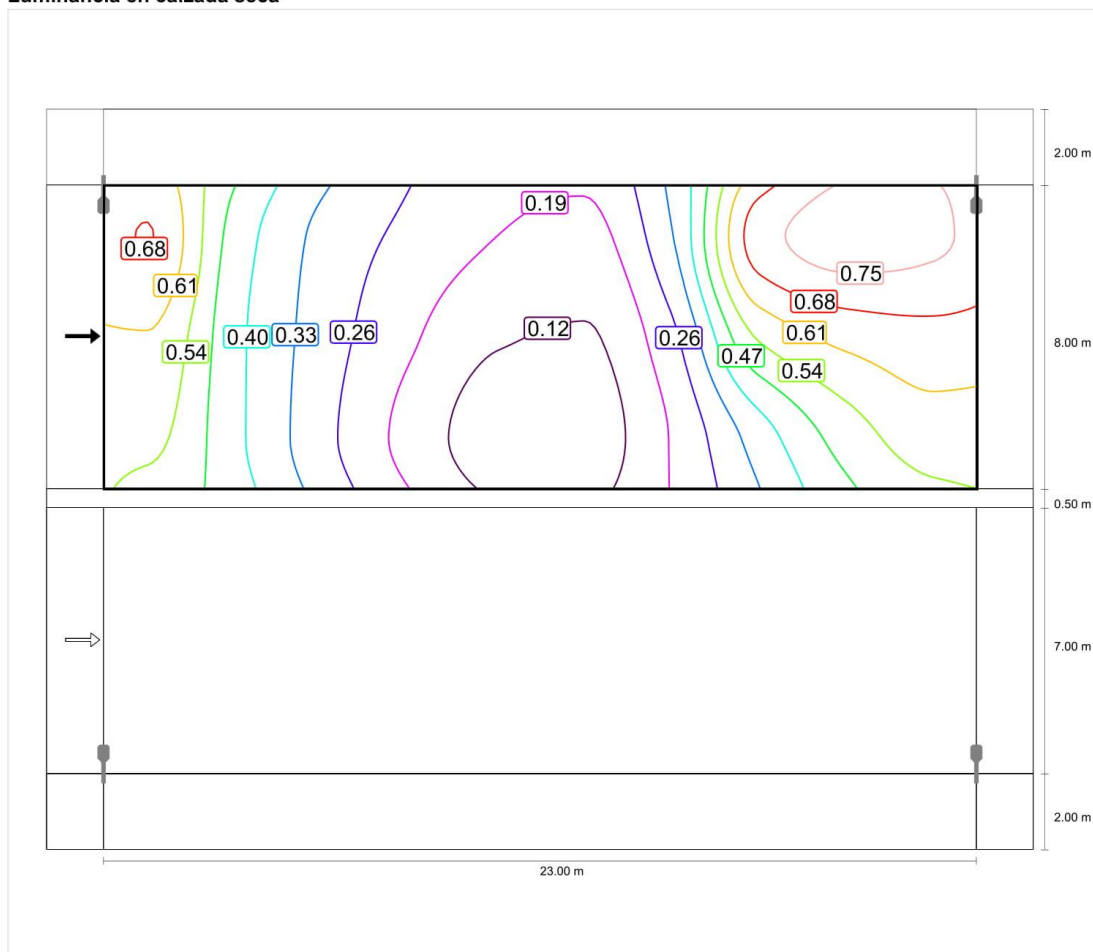
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 16

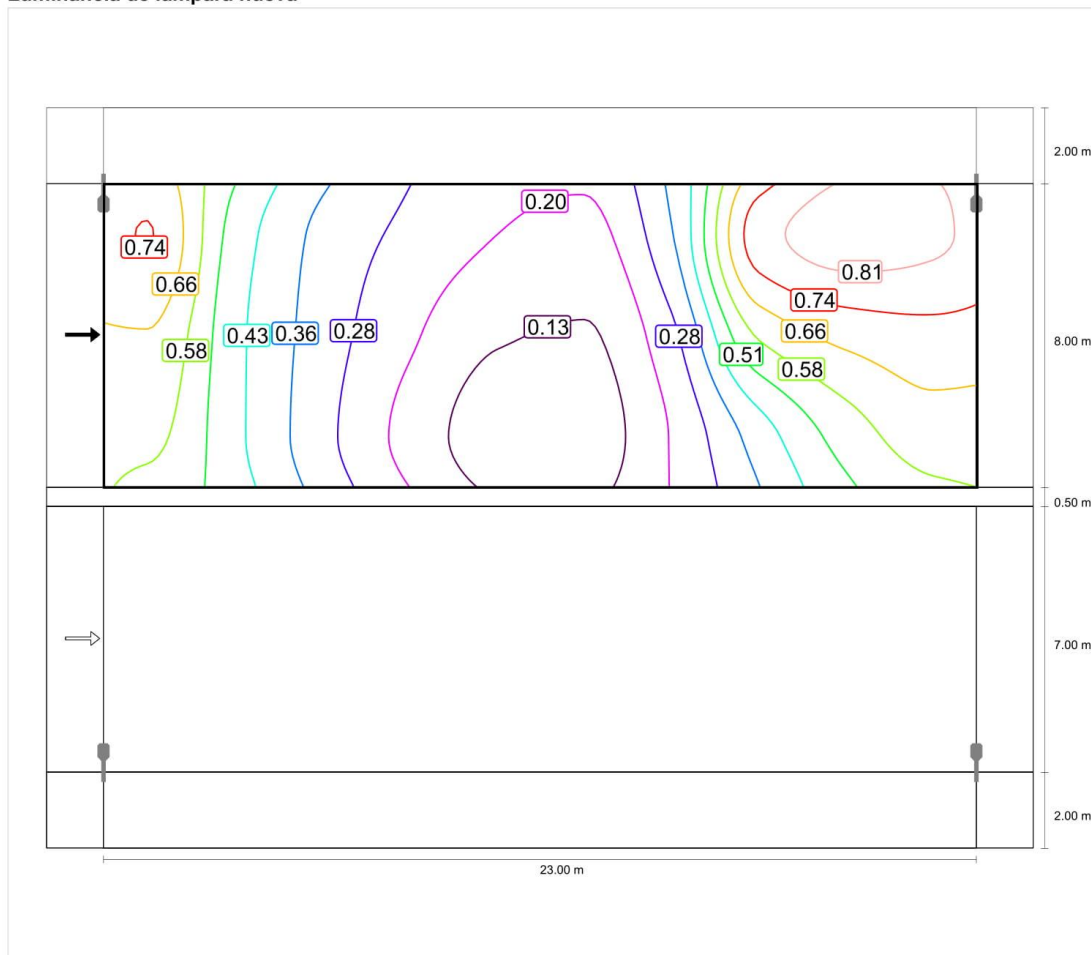
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Isolíneas

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 17

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

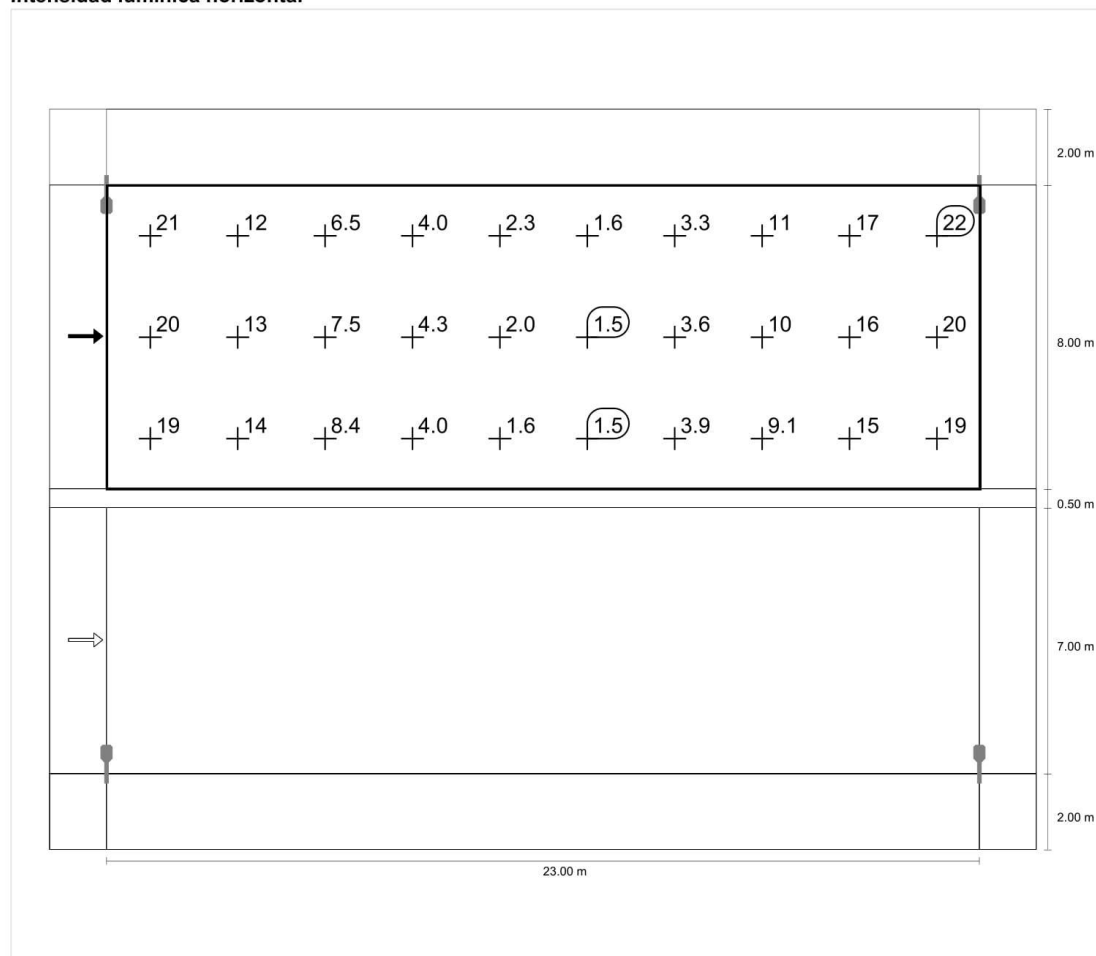
Calzada 1 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.20	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.10	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.39	✓ 0.21	✓ 0.17	✓ 1	✓ 1.01

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 18

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

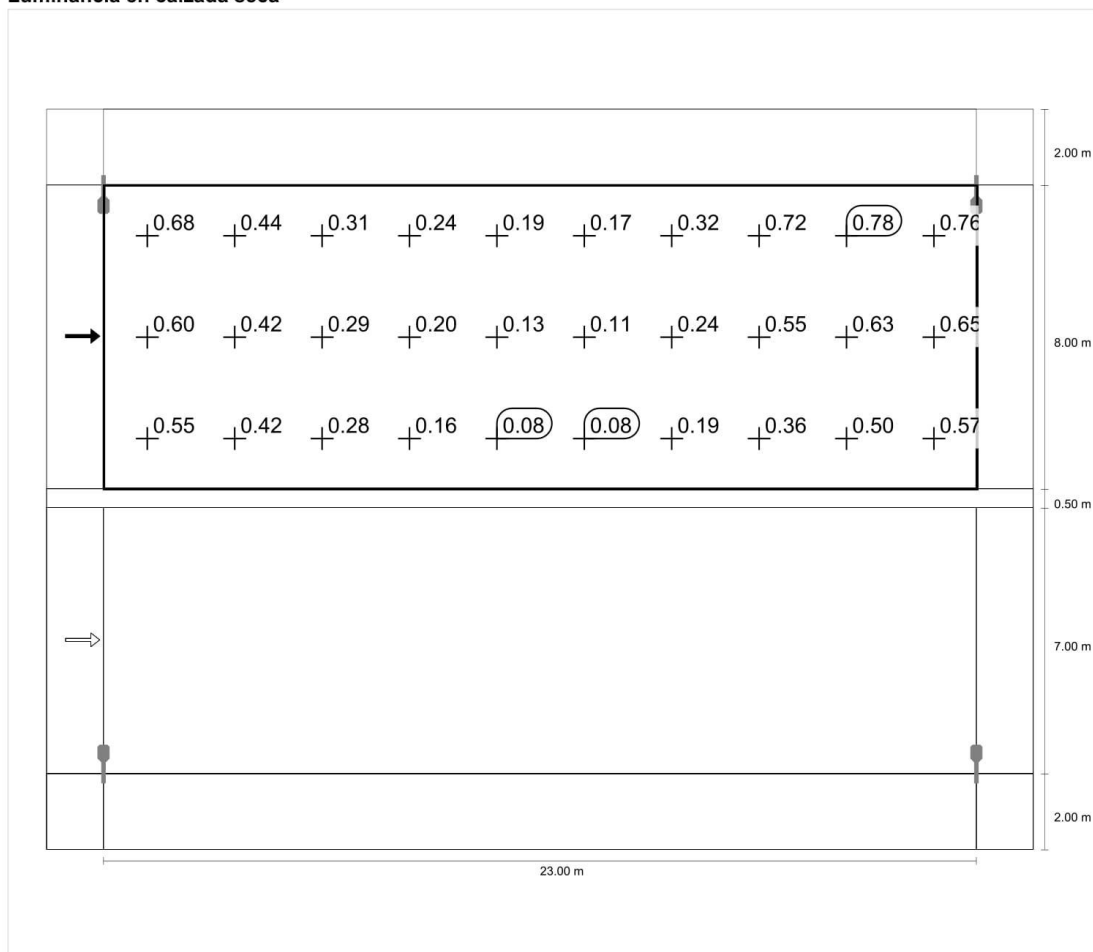
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 19

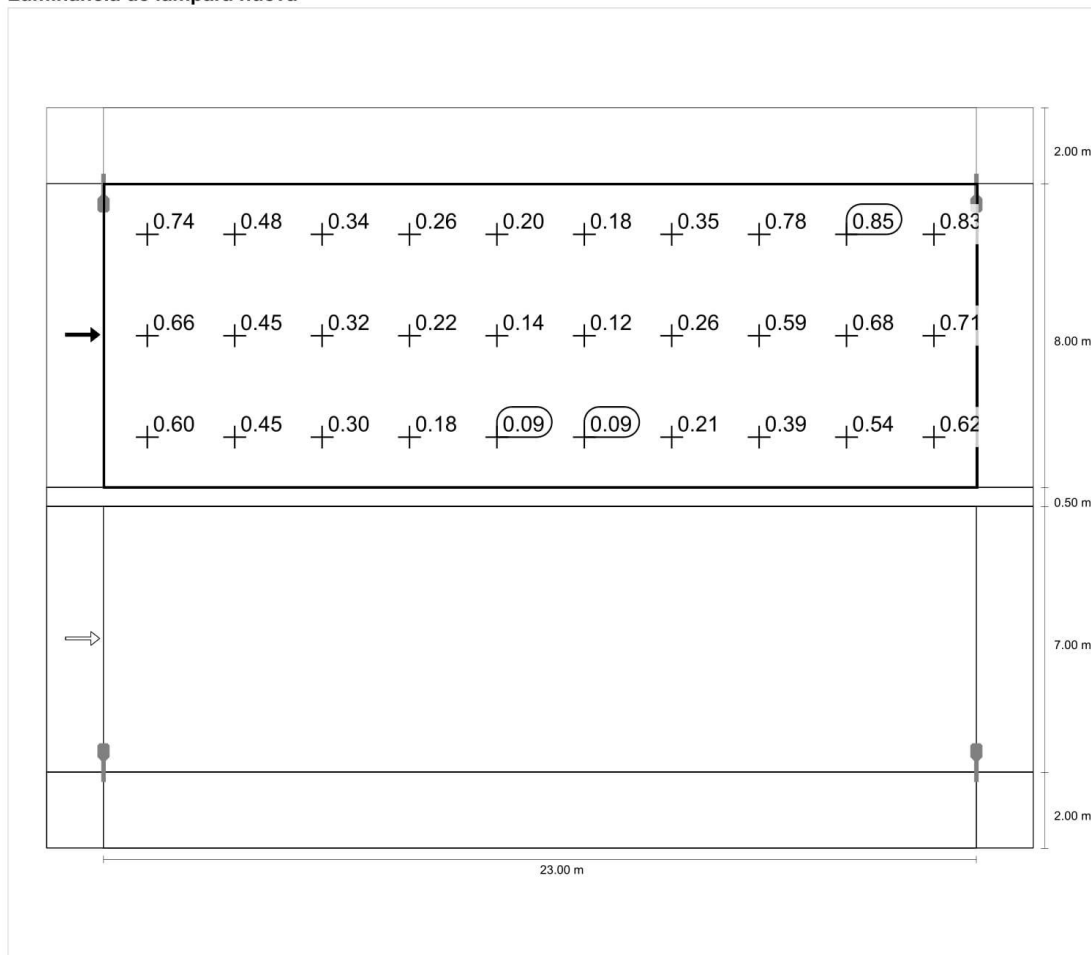
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M1) / Gráfico de valores

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 20

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Resumen de resultados

Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.36	✓ 0.23	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.98

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 5.500, 1.500)	0.36	0.23	0.18	1

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Tablas

DIALux

Calzada 2 (M1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.833	19.1	15.0	9.47	3.75	1.47	1.69	4.24	8.09	13.2	18.8
5.500	20.8	16.6	10.4	3.46	1.55	2.10	4.28	7.30	12.4	20.3
3.167	22.1	17.5	10.8	3.27	1.57	2.30	4.00	6.46	11.9	21.4
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
9.84	1.47	22.1	0.149	0.067

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Tablas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.833	0.57	0.46	0.30	0.15	0.082	0.098	0.21	0.33	0.45	0.58
5.500	0.63	0.52	0.34	0.16	0.12	0.15	0.23	0.34	0.49	0.66
3.167	0.69	0.55	0.38	0.19	0.16	0.21	0.25	0.34	0.53	0.74
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.36	0.082	0.74	0.227	0.111

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.833	0.62	0.50	0.32	0.16	0.089	0.11	0.22	0.36	0.49	0.63
5.500	0.69	0.56	0.36	0.18	0.13	0.16	0.25	0.37	0.53	0.72
3.167	0.74	0.60	0.41	0.20	0.17	0.23	0.28	0.37	0.57	0.81
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.39	0.089	0.81	0.227	0.111

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

DIALux

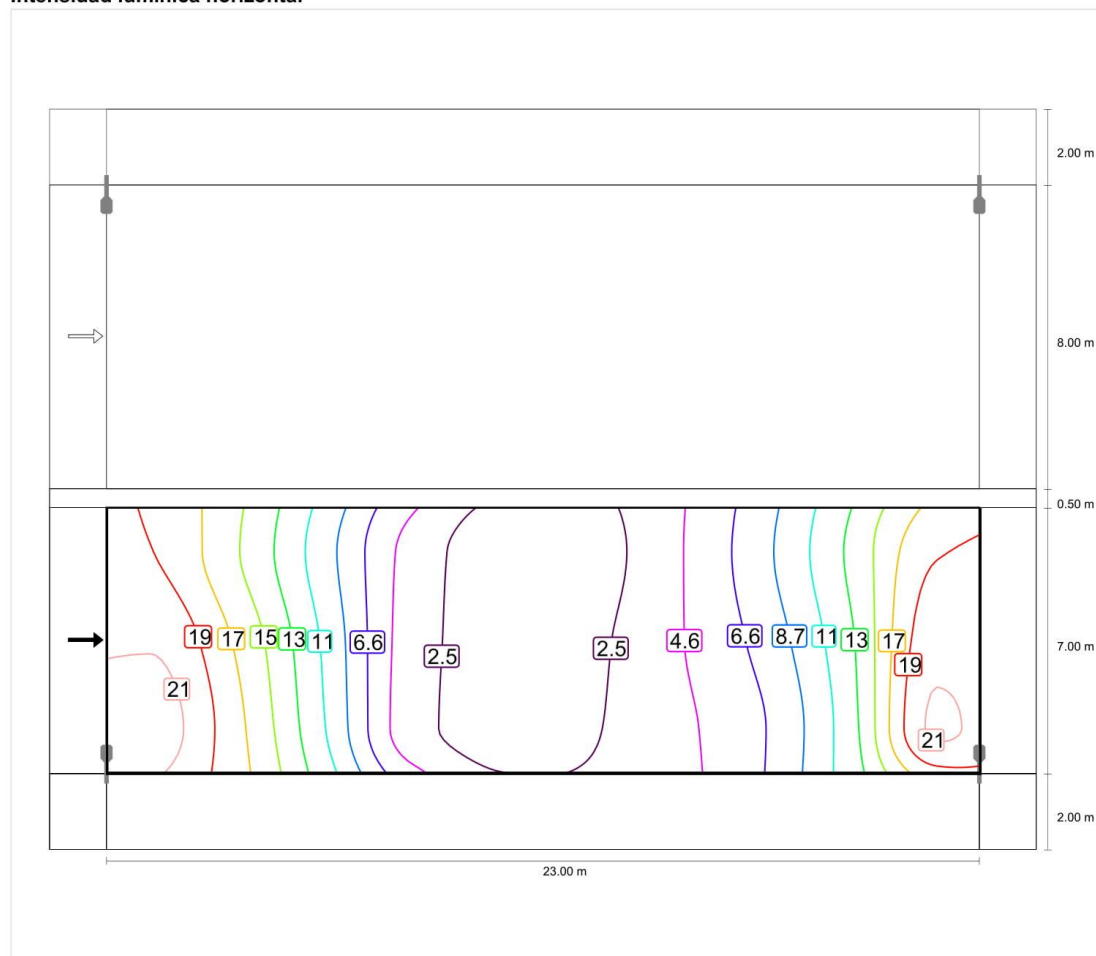
Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.36	✓ 0.23	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.98

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 24

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

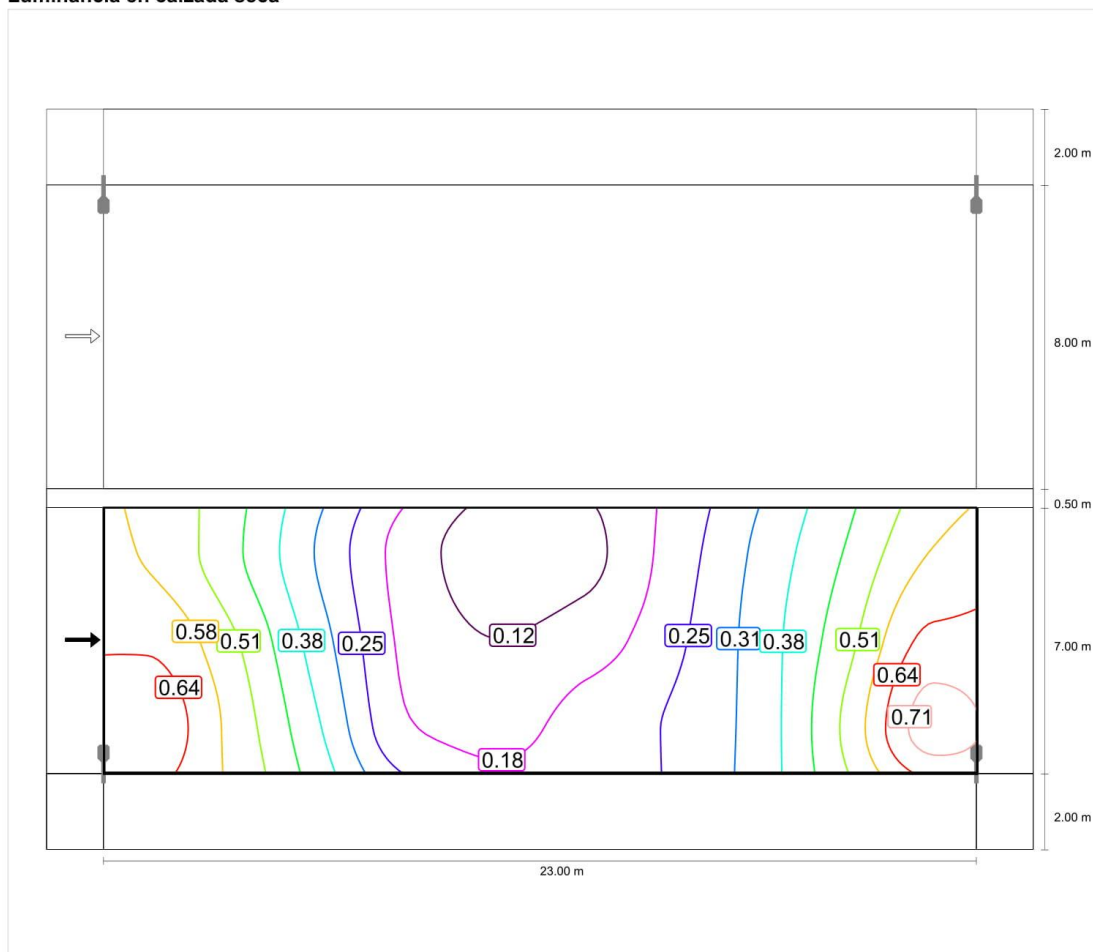
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 25

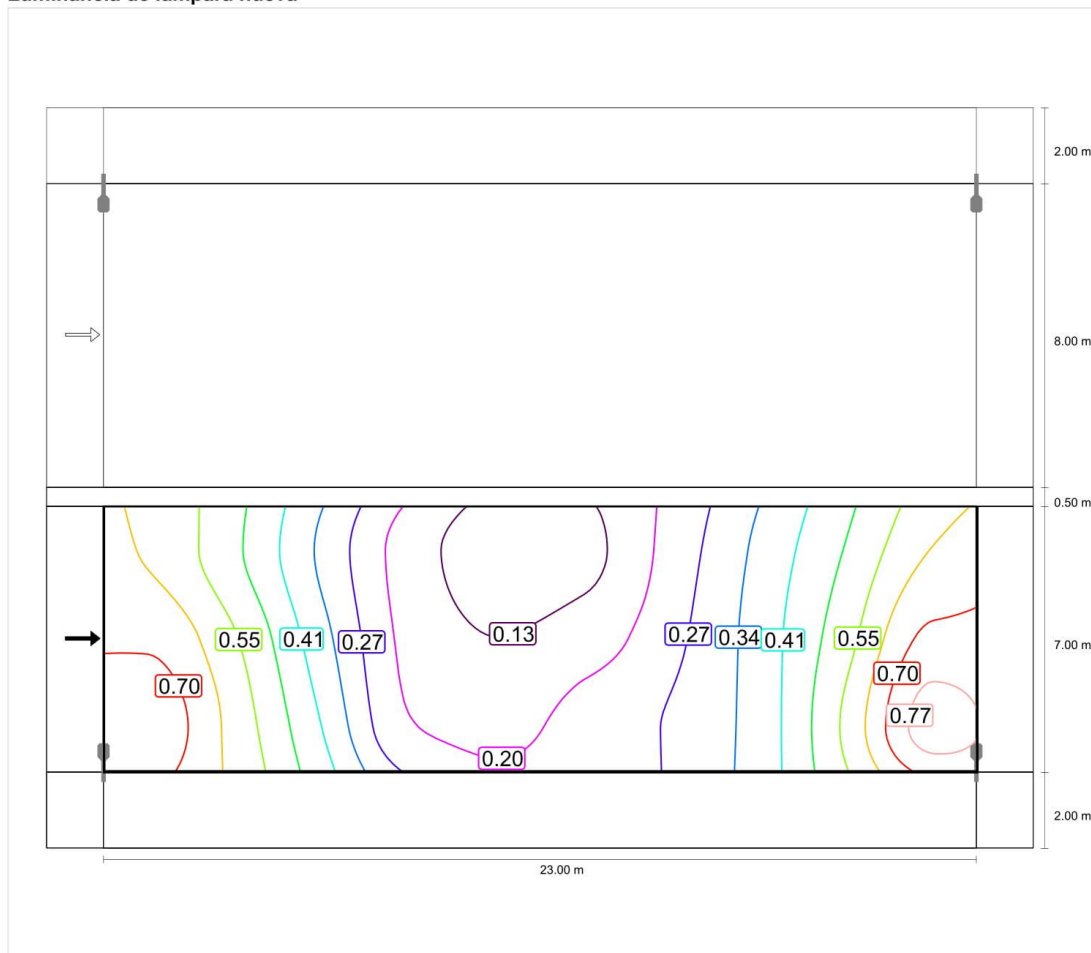
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Isolíneas

DIALux

Luminancia de lámpara nueva



DIALux

Página 26

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

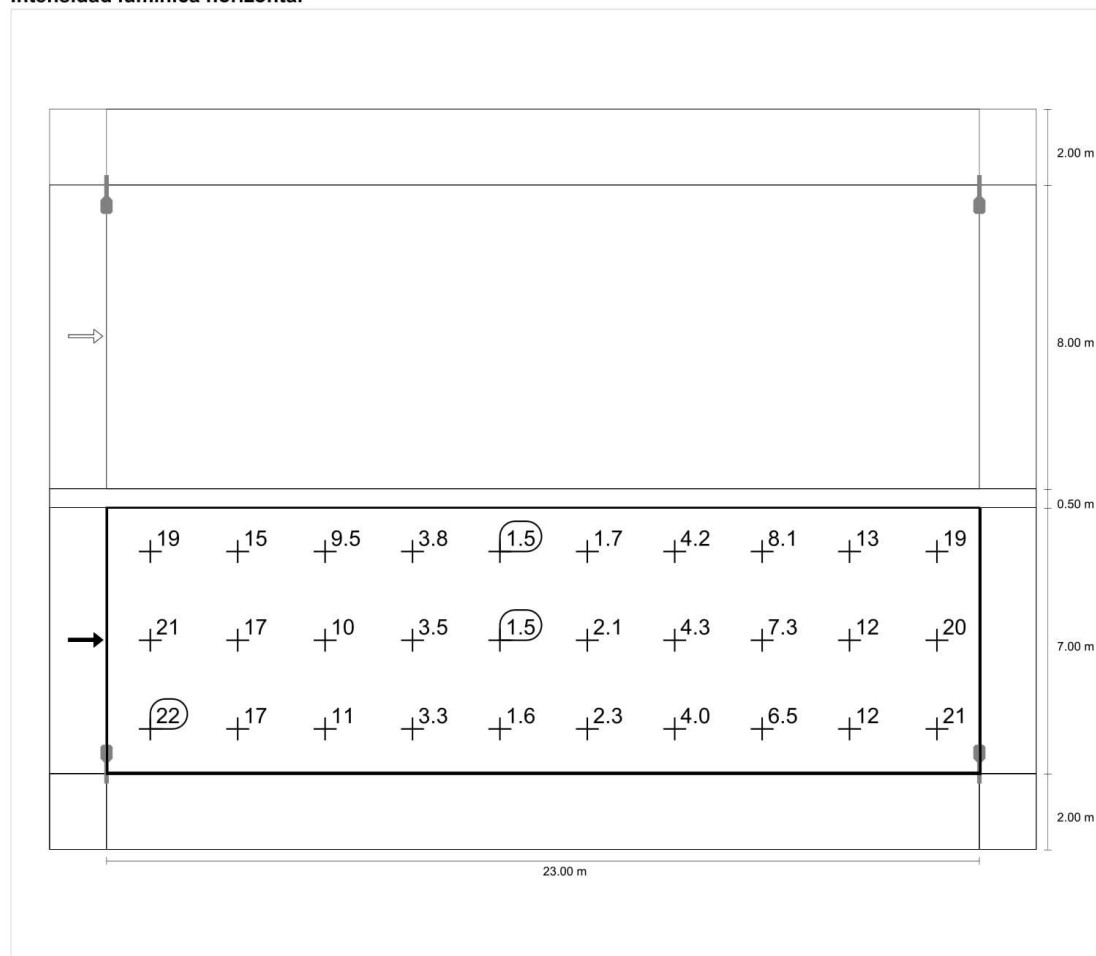
Calzada 2 (M1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.11	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.12	TI [%] ≤ 10	EIR ≥ 0.35
✓ 0.36	✓ 0.23	✓ 0.18	✓ 1	✓ 0.98

Intensidad luminica horizontal



DIALux

Página 27

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

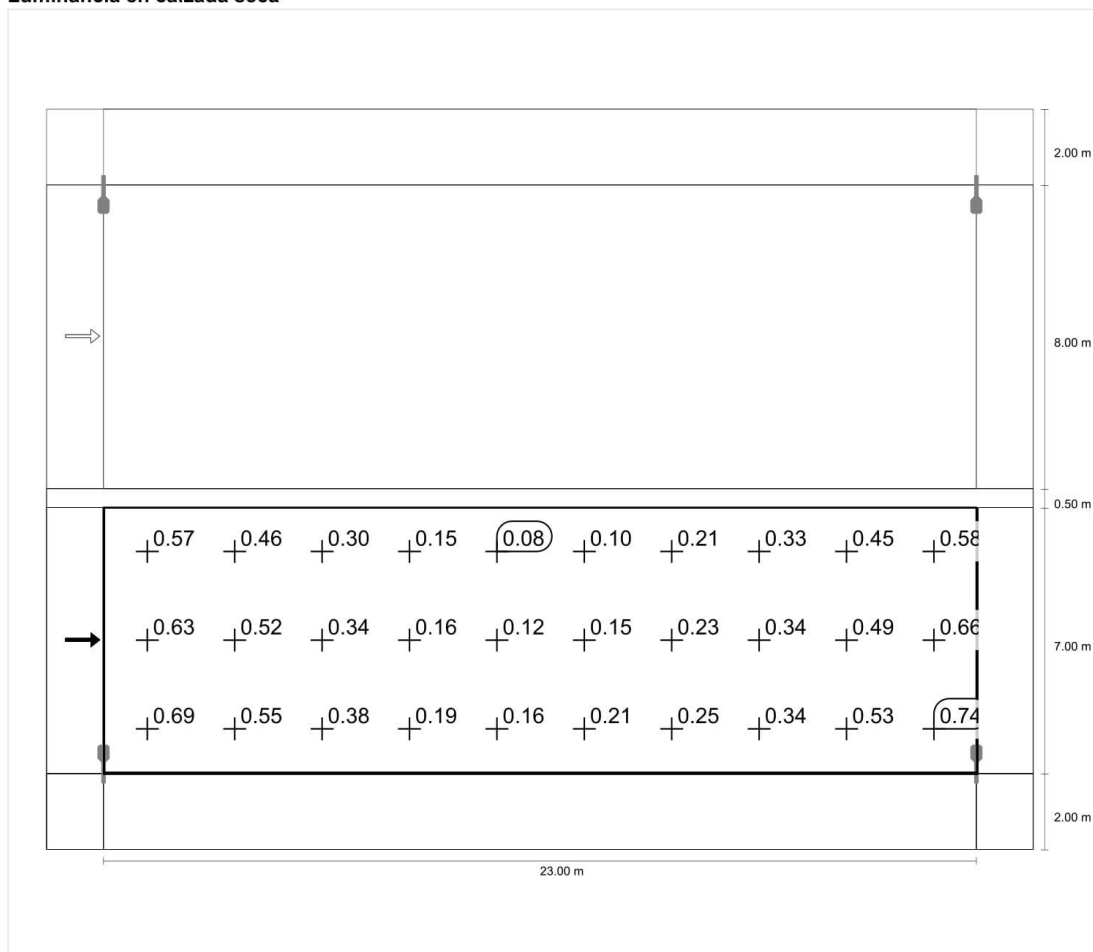
14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

DIALux

Observador 1

Luminancia en calzada seca



DIALux

Página 28

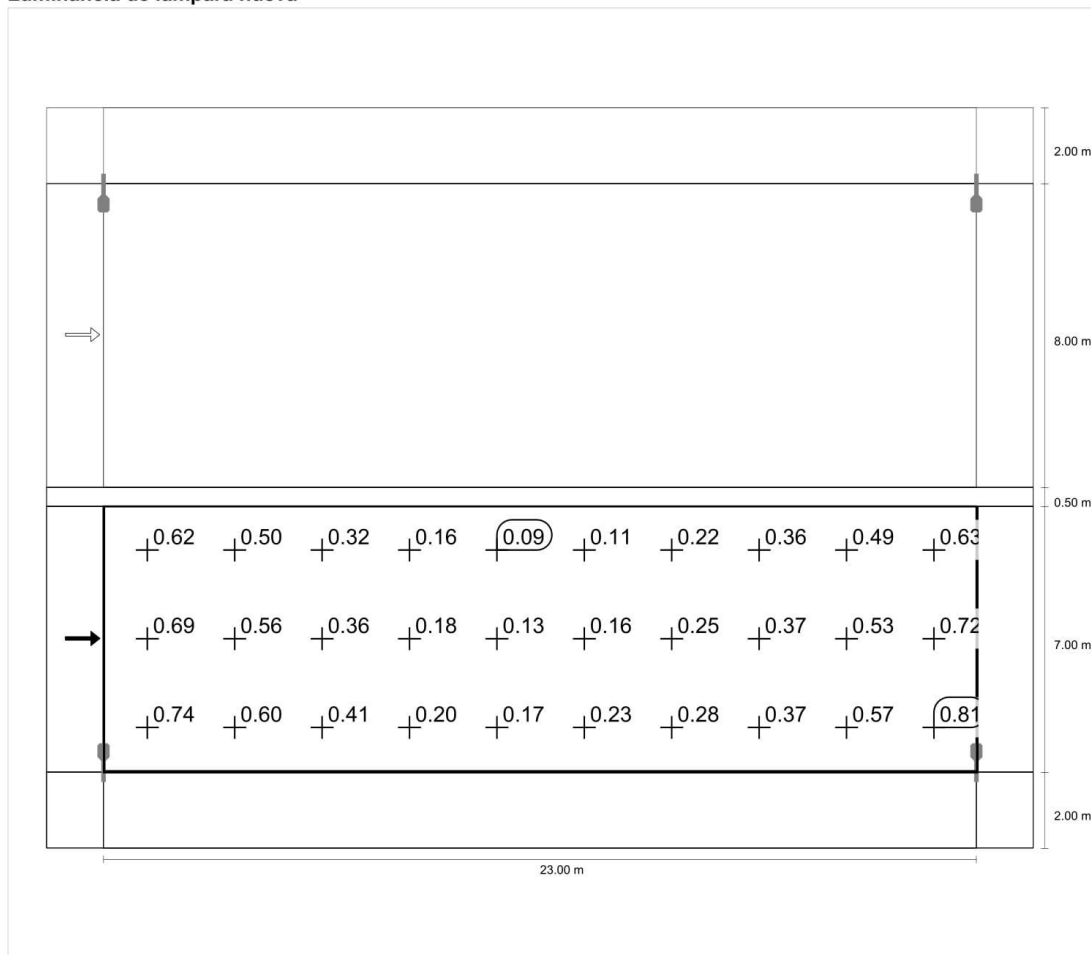
VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 2 (M1) / Gráfico de valores

Luminancia de lámpara nueva



VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Resumen de resultados

DIALux

Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.00 ≤ 4.50	Emin [lx] ≥ 0.50
✗ 9.44	✓ 1.51

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Tablas

DIALux

Camino peatonal 2 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

1.667	21.8	17.4	10.7	3.07	1.52	2.24	3.60	5.77	11.1	21.0
1.000	21.0	16.9	10.5	3.08	1.52	2.20	3.42	5.48	10.6	20.0
0.333	19.9	16.3	10.3	3.09	1.51	2.12	3.24	5.05	9.95	18.9
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
9.44	1.51	21.8	0.160	0.069

VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

DIALux

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Isolíneas

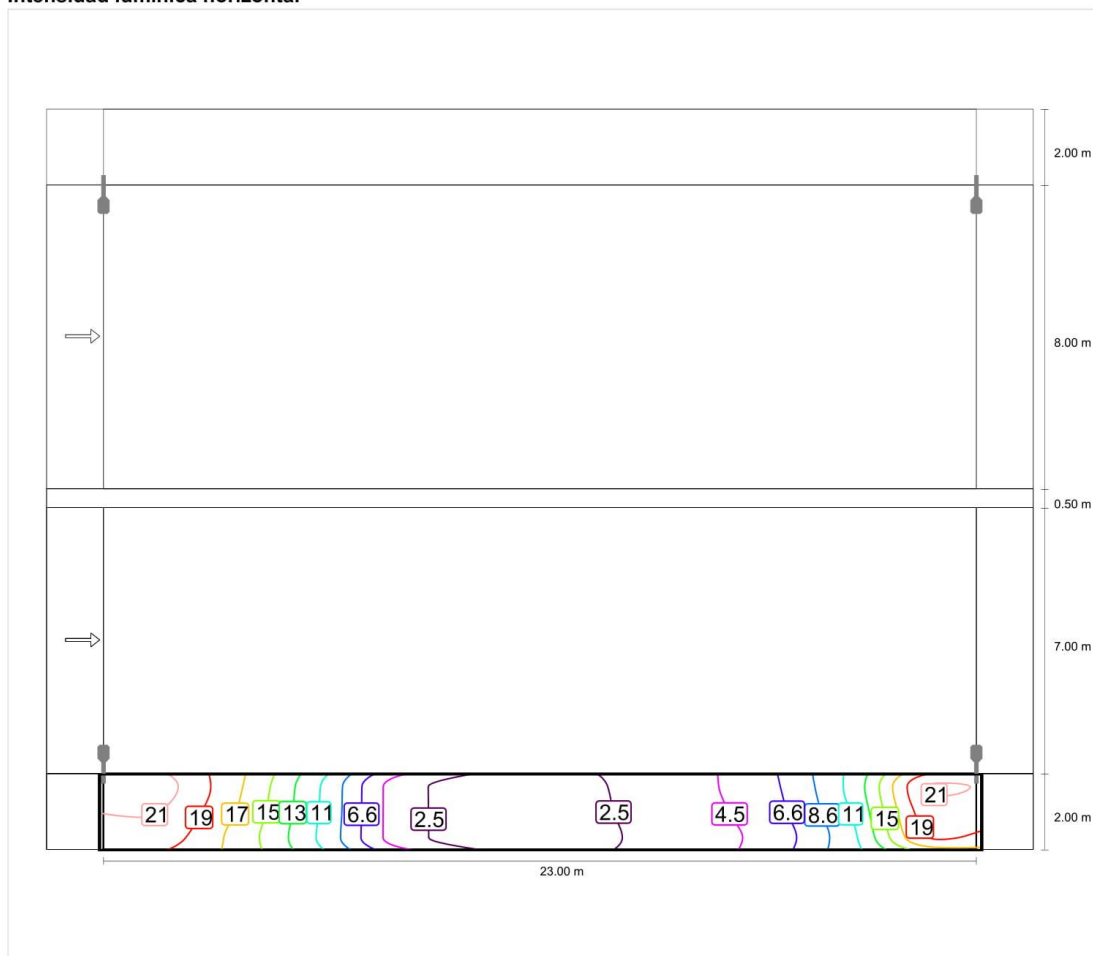
Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.50
≤ 4.50	
✗ 9.44	✓ 1.51

Intensidad luminica horizontal



VARIANTE UCHUMAYO TRAMO III

14/12/2018

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P4) / Gráfico de valores

DIALux

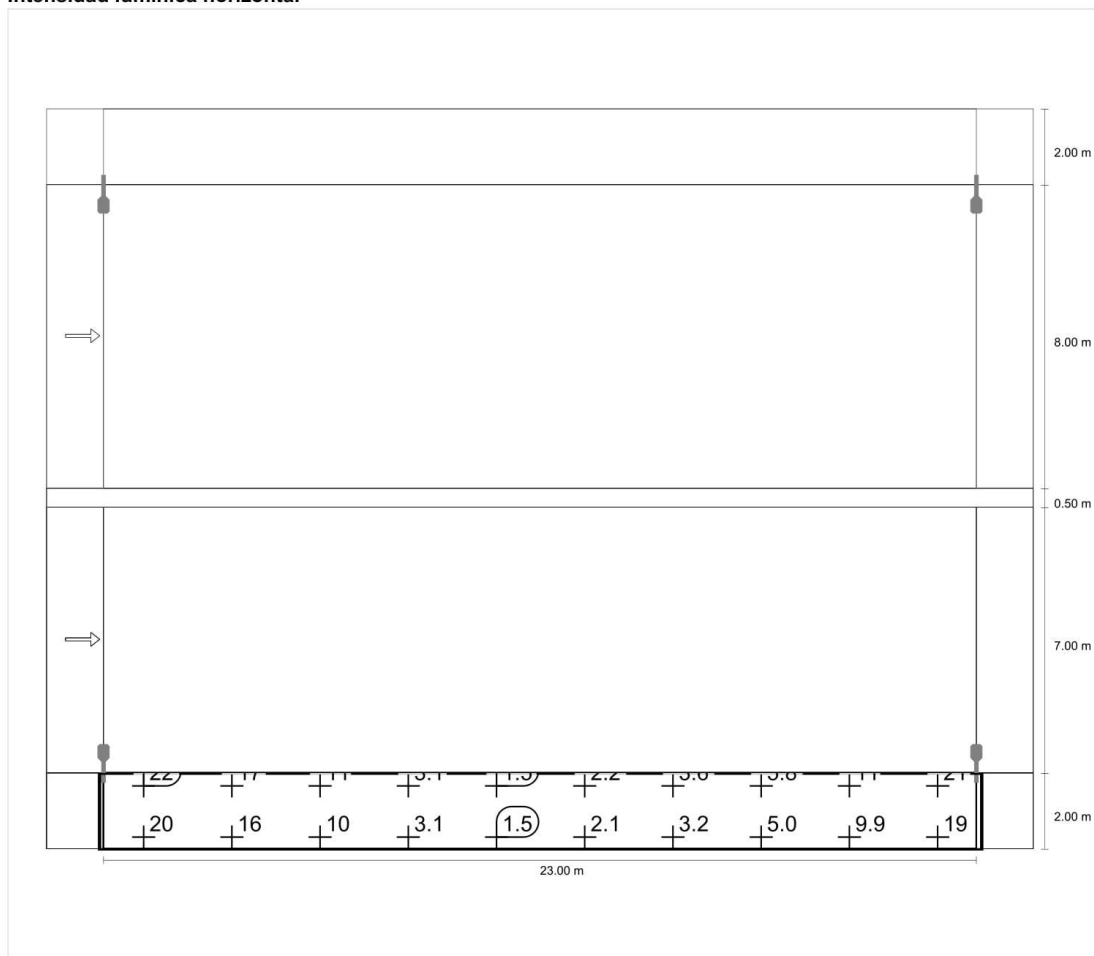
Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.00	≥ 0.50
≤ 4.50	
✗ 9.44	✓ 1.51

Intensidad luminica horizontal



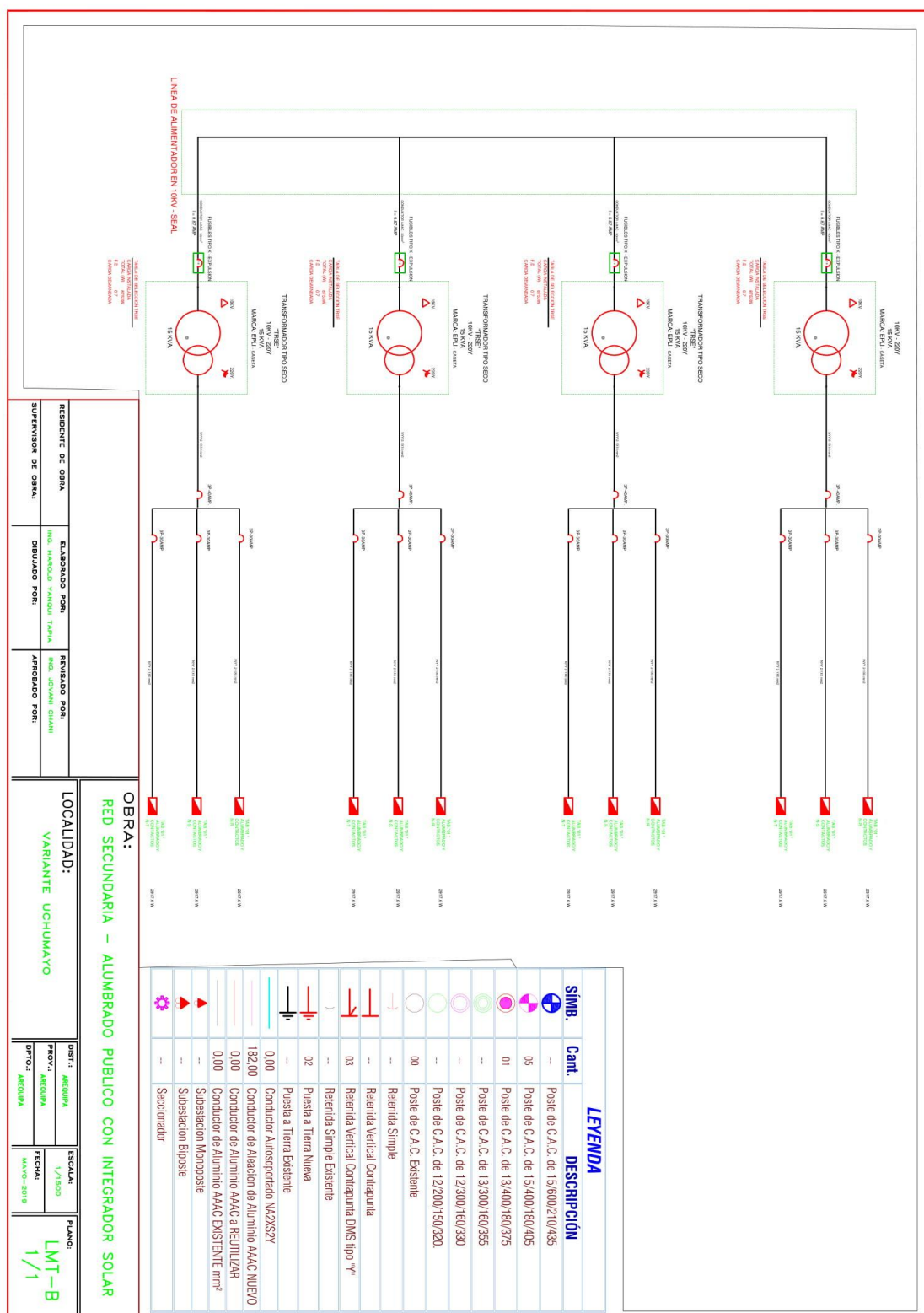
DIALux

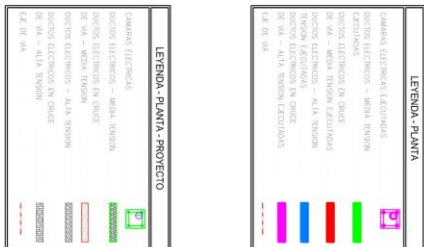
Página 33

ANEXO 05

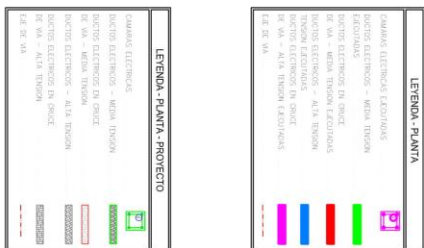
PLANOS

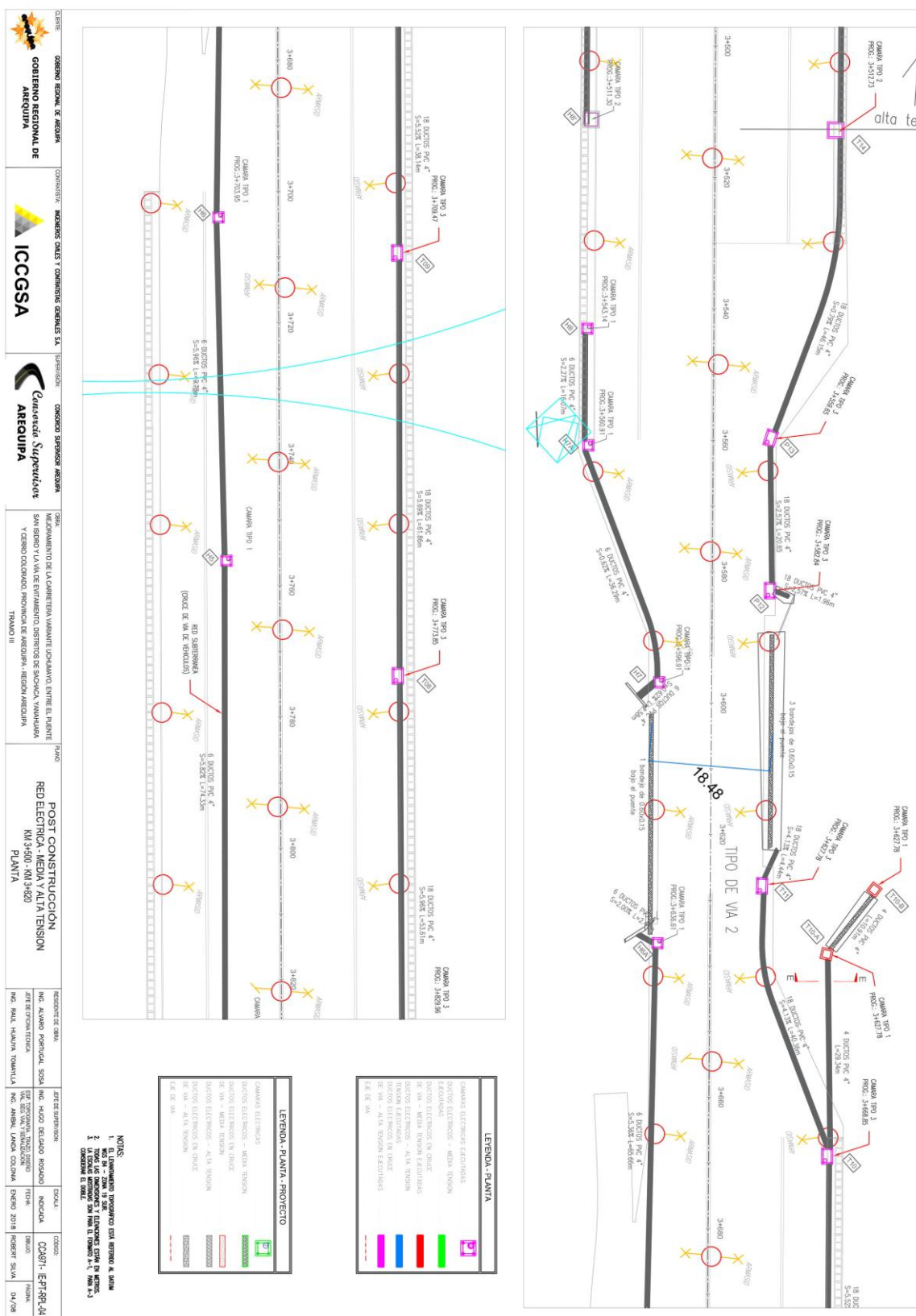
UNIFILAR

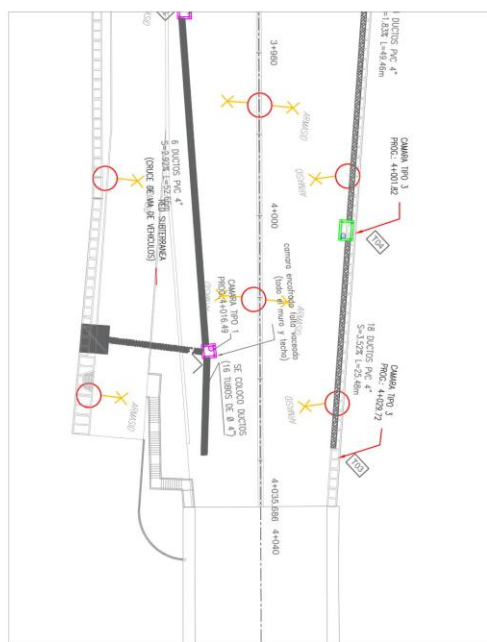
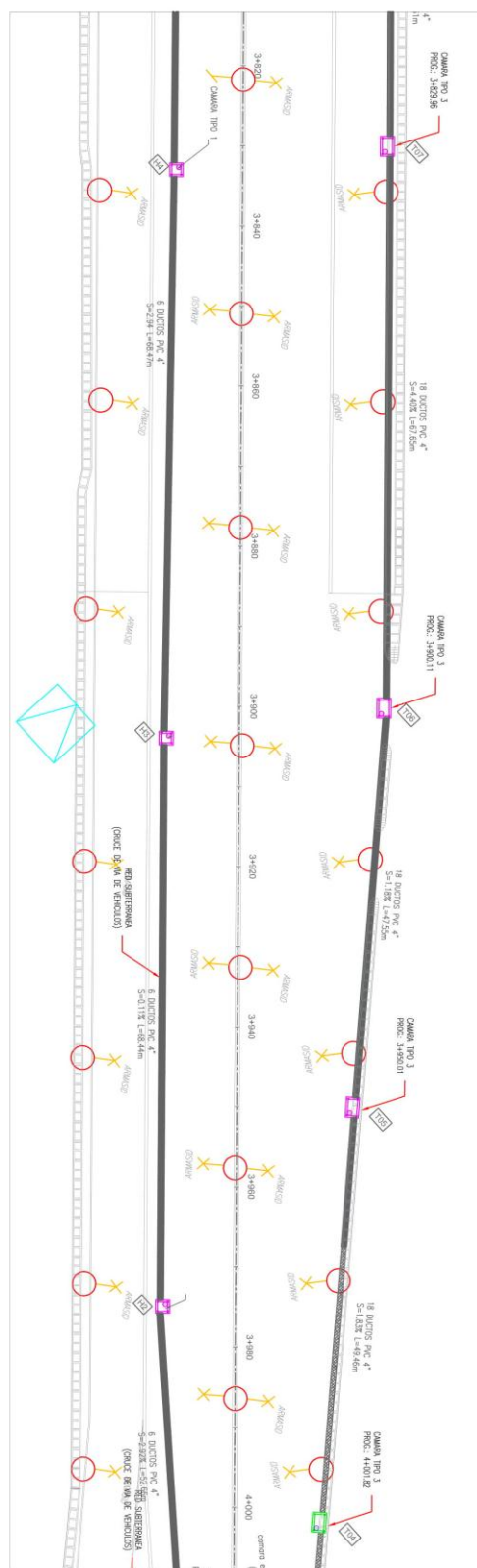












LEYENDA - PLANTA

 CASAS ELECTRICAS ELECOTOMAS

 DUCTOS ELECTRICOS - MEDIA TENSION

 DUCTOS ELECTRICOS EN DUCTO

 DE VA - MEDIA TENSION ELECOTOMAS

 DUCTOS ELECTRICOS - ALTA TENSION

 TENSION ELECOTOMAS

 DUCTOS ELECTRICOS EN DUCTO

 DE VA - ALTA TENSION ELECOTOMAS

 C.C. DE VA

LEVENDA - PLANTA - PROYECTO	
CAMARAS ELECTRICAS	
OUTGOS ELECTRICOS - MEDIA TENSION	
OUTGOS ELECTRICOS EN SOURCE	
DE 50A - MEDIA TENSION	
OUTGOS ELECTRICOS - ALTA TENSION	
OUTGOS ELECTRICOS EN SOURCE	
DE 50A - ALTA TENSION	
LEE DE 50A	

NOTAS:

1. EL ENTENDIMIENTO TOPOGRÁFICO ESTÁ RETROGRADO AL DATUM WGS 84 - ZONA 19 SUR.
2. TODOS LOS DISEÑOS Y ELEVACIONES ESTÁN EN METROS.
3. LA ESCALA MUESTRA SON PARA EL FORMATO A-1, PARA A-2 CONSIDERAR EL DOBLE.

[illegible]

