

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título
de Ingeniero Eléctrico*

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE INVESTIGATIVO:

**“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE PROCESOS PARA EL
DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, DE
ALUMBRADO PÚBLICO”**

AUTOR

EDWIN EUGENIO JIMENEZ MUÑOZ

TUTOR

ING. CARLOS ULICER PERALTA LÓPEZ, Mgst

CUENCA – ECUADOR

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Eugenio Jimenez Muñoz con documento de identificación N° 0105425607 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 29 de abril del 2022

Atentamente,



Edwin Eugenio Jimenez Muñoz

C.I. 0105425607

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Edwin Eugenio Jimenez Muñoz con documento de Identificación N°- 0105425607, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del *Proyecto Técnico con enfoque investigativo*:

“Elaboración de una guía de procesos para el diseño de sistemas de iluminación, de alumbrado público”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Eléctrico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de abril del 2022

Atentamente,



Edwin Eugenio Jimenez Muñoz
0105425607

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Ulicer Peralta López con documento de identificación N° 0103112561 docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE PROCESOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, DE ALUMBRADO PÚBLICO", realizado por Edwin Eugenio Jimenez Muñoz, con documento de identificación N° 0105425607, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción *Proyecto Técnico con enfoque investigativo*, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de abril del 2022

Atentamente,



Ing. Carlos Ulicer Peralta López, Mgst
C.I. 0103112561

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien supo guiarme hasta cumplir mi meta, por brindarme salud y fuerza para salir adelante.

A mis padres Guillermo Jimenez y Tarjelia Muñoz, a mis hermanos y sobrino por su apoyo incondicional, que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por brindarme salud, para poder cumplir mis metas y objetivos, a mis padres, Guillermo y Tarjelia, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, a mi hermano Christian y hermanada Angélica, por siempre estar en las buenas y en las malas y a mi sobrino Maximiliano por el inmenso cariño que me ha brindado.

De la misma manera, un sincero agradecimiento a mi tutor el Ing. Carlos Peralta por brindar su conocimiento y apoyó en la dirección de este proyecto de titulación. También se agradece al ingeniero Juan Velecela, que contribuyó con información para la resolución del tema.

Índice general

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
1.1. Alumbrado Público	8
1.1.1. Alumbrado Público General	8
1.1.2. Alumbrado Público Intervenido	8
1.1.3. Alumbrado Público Ornamental	8
1.2. MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS	9
1.2.1. Flujo luminoso	9
1.2.2. Intensidad luminosa	9
1.2.3. Iluminancia	9
1.2.4. Luminancia	9
1.3. PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS A EVALUAR EN UN DISEÑO DE ILUMINACIÓN	9
1.3.1. Luminancia promedio de la calzada	9
1.3.2. Uniformidad general de luminancia de la calzada	10
1.3.3. Uniformidad longitudinal sobre la calzada	10
1.3.4. Deslumbramiento perturbador o visibilidad reducida	11
1.3.5. Relación de alrededores	11
1.4. FUENTES LUMINOSAS	12
1.4.1. Lámparas de halógenos metálicos	12
1.4.2. Lámparas de sodio a baja presión	12
1.4.3. Lámparas de sodio a alta presión	12
1.4.4. Lámparas LED	12
1.5. ELECCIÓN DE LA FUENTE DE LUZ	13
1.5.1. Eficiencia luminosa	13
1.5.2. Temperatura de color	13
1.5.3. Rendimiento cromático (IRC)	13
1.5.4. Depreciación del flujo luminoso	13
1.5.5. Distribución fotométrica	13
1.5.6. Determinación de los grados de protección e impacto, códigos IP e IK	14
1.6. TIPOS DE SOPORTES PARA LOS DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN	15
1.6.1. Postes de Hormigón	15
1.6.2. Postes Metálicos	15
1.6.3. Postes de Plástico reforzados con fibra de vidrio	16
1.7. EQUIPOS AUXILIARES PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	16
1.7.1. Brazos de Soporte	16
1.7.2. Abrazaderas	16
1.7.3. Tensores y Anclajes	16

2. CÁLCULO, MANTENIMIENTO Y CONTROL PARA LAS LUMINARIAS	18
2.0.1. Mediciones fotométricas de alumbrado público	18
2.0.2. Cálculo de iluminancia empleando el método de los nueve puntos	18
2.0.3. Método para determinar luminancia en la calzada	19
2.0.4. Capo de cálculo para luminancia	19
2.0.5. Posición de los puntos de luz	20
2.1. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO - NORMA NTC 900 PARA LUMINARIAS	21
2.1.1. Actividades de mantenimiento	21
2.1.2. Categoría de contaminación	21
2.1.3. Periodo de limpieza	22
2.2. SISTEMA DE MANDO PARA LUMINARIAS	22
2.2.1. Control por fotocélula	22
2.2.2. Control con hilo piloto	23
3. METODOLOGÍA	24
3.1. PROCESO DE COLOCACIÓN DE ALUMBRADO EN LA VÍA PÚBLICA	24
3.2. Desarrollo del proyecto	25
3.3. Proceso de diseño para un sistema de alumbrado público General	25
3.3.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora	25
3.3.2. Necesidad del alumbrado público	25
3.3.3. Análisis en campo de la vía a iluminar	26
3.3.4. Enmarcar en una clasificación normalizada	26
3.3.5. Emplazamiento de las luminarias en la vía	26
3.3.6. Determinación de los parámetros fotométricos	26
3.3.7. Selección del tipo de luminaria a utilizar	26
3.3.8. Simulación en un programa lumínico	27
3.3.9. Comprobación de los resultados simulados y determinados por normativa	27
3.4. Proceso de diseño para un sistema de alumbrado público Intervenido	27
3.4.1. Coordinación con el gobierno autónomo descentralizado	27
3.4.2. Proceso para el diseño	28
3.5. PROCESO DE ILUMINACIÓN DE UN ESCENARIO DEPORTIVO	28
3.6. Proceso de diseño para la iluminación de una cancha de uso recreativo	29
3.6.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora y el Gobierno autónomo descentralizado	29
3.6.2. Programa de necesidad para el alumbrado	29
3.6.3. Análisis en campo de la cancha a iluminar	30
3.6.4. Emplazamiento de las luminarias en la cancha	30
3.6.5. Determinación de los parámetros fotométricos	30
3.6.6. Selección del tipo de luminaria a utilizar	30
3.6.7. Simulación en un programa lumínico	31
3.6.8. Comprobación de los resultados simulados y determinados por regulación	31
3.7. PROCESO DE ILUMINACIÓN DE UNA ÁREA ORNAMENTAL	31
3.8. Análisis del nivel de iluminación del parque el trabajo del cantón Azogues	33
3.8.1. Niveles de iluminación obtenidos	33
3.9. Análisis del nivel de iluminación del parque infantil del cantón Paute	34
3.9.1. Niveles de iluminación obtenidos	34
3.10. Propuesta	34

4. APLICACIÓN Y RESULTADOS	35
4.1. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UNA VÍA PÚBLICA	35
4.2. Proceso de diseño	35
4.2.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora	36
4.2.2. Necesidad del alumbrado público	36
4.2.3. Análisis en campo de la vía a iluminar	36
4.2.4. Enmarcar en una clasificación normalizada	36
4.2.5. Emplazamiento de las luminarias en la vía	36
4.2.6. Determinación de los parámetros fotométricos	37
4.2.7. Selección de la luminaria a utilizar	38
4.2.8. Disposición para la colocación de las luminarias	39
4.2.9. Simulación en un programa lumínico	39
4.2.10. Resultados de la simulación en DIALux	39
4.2.11. Comprobación de los resultados simulados, determinados por regulación y medidos	41
4.3. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UN ESCENARIO DEPORTIVO	42
4.4. Proceso de diseño	43
4.4.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora y el Gobierno autóno- mo descentralizado	43
4.4.2. Programa de necesidad para el alumbrado	43
4.4.3. Análisis en campo de la cancha a iluminar	43
4.4.4. Emplazamiento de las luminarias en la cancha	43
4.4.5. Determinación de los parámetros fotométricos	44
4.4.6. Selección del tipo de luminaria a utilizar	44
4.4.7. Simulación en un programa lumínico	44
4.4.8. Resumen de los parámetros obtenidos en DIALux 4.13	45
4.4.9. Comprobación de los resultados determinados por regulación, simulados y medidos	49
4.5. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UN PARQUE	49
4.5.1. Análisis en campo del parque a iluminar	49
4.5.2. Emplazamiento de las luminarias en el parque	49
4.5.3. Parámetros fotométricos a cumplir	50
4.5.4. Selección de la lámpara	50
4.5.5. Simulación en un programa lumínico	51
4.5.6. Resultados de la simulación en DIALux 4.13	51
4.5.7. Comprobación de los valores obtenidos mediante el diseño	53
4.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS DISEÑOS LUMÍNICOS REALIZADOS	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
ANEXO	59

Índice de figuras

1.1. Nivel de iluminación adecuado sobre la vía	9
1.2. Niveles de uniformidad decadentes en la vía	10
1.3. Baja uniformidad en la vía y producción de efecto cebra	10
1.4. Deslumbramiento perturbador en la vía	11
1.5. Medición del coeficiente de iluminación en los alrededores	11
1.6. Curva fotométrica y distribución luminosa	14
1.7. Poste de hormigón	15
1.8. Poste Metálico	15
1.9. Poste de reforzado con fibra de vidrio	16
2.1. Malla colocada en la calzada para determinar el valor de iluminancia	18
2.2. Campo de cálculo de la luminancia de la calzada	19
2.3. Posición de los puntos de cálculo en un carril	20
2.4. Conexión de una fotocélula a la red y luminaria	23
2.5. Conexión de la luminaria a hilo piloto	23
3.1. Mapa de procesos para el diseño de un sistema de iluminación vial de tipo general e intervenido	24
3.2. Mapa de procesos para el diseño de un sistema de iluminación hacia un escenario deportivo de uso recreativo.	28
3.3. Mapa de procesos	32
3.4. Parque el trabajo Azogues	33
3.5. Parque el trabajo Azogues	34
4.1. Vía utilizada para el proceso de iluminación	35
4.2. Curva fotométrica de la lámpara NIKKON S419-250-SO250	38
4.3. Simulación de la vía en DIALux	39
4.4. Simulación de la vía en DIALux	39
4.5. Resumen de las características de la lámpara NIKKON S419-250-SO250	40
4.6. Características del trazado de la instalación	40
4.7. Valores fotométricos obtenidos mediante la simulación	41
4.8. Cancha utilizada para el proceso de diseño	42
4.9. Proyector utilizado para el diseño	44
4.10. Simulación de la cancha en DIALux	45
4.11. Dimensión del largo de la cancha en DIALux 4.13	45
4.12. Dimensión del ancho de la cancha en DIALux 4.13	46
4.13. Separación del filo de la cancha con respecto al pie del poste en DIALux 4.13	46
4.14. Separación de los postes en DIALux evo	47
4.15. Distribución de los puntos de luz y niveles de iluminancia y uniformidad	47
4.16. Representación de grises	48
4.17. Niveles de iluminancia y uniformidad obtenidos del diseño	48
4.18. Características de la lámpara Schröder Alura 38 W	50

4.19. Simulación del parque (el trabajo Azogues) en DIALux	51
4.20. Dimensión del ancho del parque en DIALux 4.13	51
4.21. Dimensión del largo del parque en DIALux 4.13	52
4.22. Nivel de iluminación en el parque mediante la representación de colores falsos . .	52
4.23. Nivel de iluminación y uniformidad en el sendero peatonal del parque	53
4.24. Funcionamiento de equipos de doble nivel de potencia	63
4.25. Niveles de temperatura de color	77

Índice de cuadros

2.1. Clasificación de los niveles de contaminación [26]	22
2.2. Períodos de limpieza recomendados [26]	22
3.1. Parámetros fotométricos para escenarios deportivos [8]	29
3.2. Niveles de Iluminación en áreas distintas a vías vehiculares [31]	31
3.3. Valores obtenidos mediante la medición en campo	33
3.4. Valores obtenidos mediante la medición en campo	34
4.1. Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 250 W,DNP [26]	37
4.2. Datos de los parámetros fotométricos para LVS 250 W doble nivel de potencia [28]	37
4.3. Datos de la potencia reducida para LVS 250 W doble nivel de potencia [28] . . .	38
4.4. Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para camino peatonal	41
4.5. Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para calzada	41
4.6. Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para una cancha . .	49
4.7. Valores obtenidos de iluminancia en el parque	53
4.8. Datos del tipo de vía para LVS 100 W [28]	59
4.9. Características de las condiciones de la vía para LVS 100 W [28]	59
4.10. Características del sistema de iluminación para LVS 100 W [28]	60
4.11. Características de los parámetros fotométricos para LVS 100 W [28]	60
4.12. Datos del tipo de vía para LVS 150 W[28]	60
4.13. Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 150 W [28] . . .	61
4.14. Datos de las condiciones de la vía para LVS 150 W[28]	61
4.15. Datos de los parámetros fotométricos para LVS 150 W [28]	61
4.16. Datos de la potencia reducida para LVS 150 W, DNP [28]	62
4.17. Datos de la vía para LVS 250 W, DNP[28]	63
4.18. Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 250 W, DNP [28]	64
4.19. Datos de las condiciones de la vía para LVS 250 W, DNP [28]	64
4.20. Datos de los parámetros fotométricos para LVS 250 W DNP[28]	65
4.21. Datos de la potencia reducida para LVS 250 W DNP [28]	65
4.22. Datos de las características de la vía para LVS 400 W DNP [28]	66
4.23. Datos del sistema de iluminación para LVS 400 W DNP [28]	66
4.24. Datos de las condiciones de la vía para LVS 400 W DNP [28]	67
4.25. Datos de los parámetros fotométricos para LVS 400 W DNP [28]	67
4.26. Datos de la potencia reducida para LVS 400 W DNP [28]	67
4.27. Datos para vías M6 - M5 [28]	68
4.28. Datos para vías M4 [28]	68
4.29. Datos para vías M3 [28]	69
4.30. Datos para vías M2 [28]	69
4.31. Datos para vías M1 [28]	70
4.32. Tipos de iluminación considerando la descripción de la vía [10]	71
4.33. Nivel de iluminación para calzadas con tráfico motorizado[10]	72

4.34. Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas que se deben mantener [10]	72
4.35. Características de la superficie [10]	73
4.36. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas [10]	74
4.37. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal[10]	74
4.38. Parámetros para la selección de la clase de iluminación C [10]	75
4.39. Parámetros fotométricos para zonas en conflicto[10]	76
4.40. Características comparativas de las lámparas [19]	77
4.41. Índice de reproducción cromática para sistemas de alumbrado vial[19]	78
4.42. Determinación de la protección IP [20]	78
4.43. Protección contra la penetración de sólidos externos [20]	78
4.44. Protección contra la penetración de agua [20]	79
4.45. Protección contra la penetración de agua [21]	79
4.46. efectua protección contra impactos mecánicos nocivos [21]	79

RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación propone la elaboración de una guía, que permita realizar el proceso de diseño para el alumbrado público. La guía emplea el uso de la Regulación 006/20, el Catálogo Digital Redes de Distribución de Energía Eléctrica y el Reglamento Técnico RTE INEN 069, en la actualidad el mal uso de estas normativas ha provocado el obtener excesivos niveles de iluminación, con malos niveles de uniformidad y deslumbramientos perturbadores, esto ocasiona bajos niveles de seguridad a las personas que transitan por el lugar y la mala visibilidad de los elementos de la vía por parte de los conductores ocasionando accidentes vehiculares.

La guía analiza las generalidades del alumbrado público, magnitudes fotométricas, parámetros fotométricos, elementos de un sistema de iluminación, seguridad laboral en la vía, regulaciones para alumbrado público, métodos de cálculo, mantenimiento al sistema de iluminación, equipos de control para las luminarias y el software utilizado para el diseño lumínico.

Mediante estos criterios analizados, se presenta un modelo base para la colocación de alumbrado público, englobando y considerando cada parámetro necesario que debe contener un diseño de iluminación, debido a que un sistema de iluminación bien ejecutado proporcionara la circulación vehicular y peatonal de forma segura.

Finalmente, mediante los criterios ya analizados y siguiendo el modelo para la colocación de iluminación a la red de alumbrado público, se efectuó el diseño en un software lumínico, en una vía pública, cancha de uso recreativo y un parque.

INTRODUCCIÓN

El comienzo de la industria eléctrica en Ecuador, se dio con la instalación de la primera central hidráulica situada en la ciudad de Loja. Debido a las necesidades surgió el 23 de abril de 1897 la empresa Luz y Fuerza, encargada de la distribución de energía. La central fue ubicada en la caída del río Malacatos, la misma que estaría conformada con dos turbinas hidráulicas de 12 kW. Esto permitió que con el paso de los años se crearon diferentes empresas que estarían dedicadas a garantizar y abastecer de energía eléctrica a cada uno de los usuarios [1].

Un sistema de iluminación aporta con el funcionamiento de las actividades nocturnas en los espacios públicos, proporcionando el crecimiento social y económico de los habitantes. Al ser empleado de forma eficiente, proporcionará los niveles de seguridad a las personas que transitan por las zonas. De esta manera se considera que los niveles de iluminación en las vías, parques, canchas, sean los adecuados y cumplan los requerimientos especificados por las normativas [2].

Si el nivel de iluminación no es lo suficiente, no proporcionará el nivel de luminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de alrededores, adecuados para la zona, en su caso provocaría vías con cambios drásticos de iluminación entre los puntos de luz, creando efectos perturbadores como el conocido efecto cebra, ocasionando molestia o disminución al diferenciar objetos que son normalmente provocados por los deslumbramientos.

La guía de procesos para el diseño de sistemas de iluminación de alumbrado público es una herramienta de gestión que permitirá el desarrollo de proyectos de alumbrado público bajo normativa Ecuatoriana. Considerando cada uno de los elementos, lineamientos, que permitan al diseñador estandarizar y cualificar los requisitos para ejecutar el diseño.

Con esto los nuevos diseñadores obtendrán una base teórica y práctica con información en lo que respecta a alumbrado público, ya que en mucho de los casos los sistemas de iluminación actuales no proporcionan, los niveles de luminancia que exige la normativa y en ello se observa como existe alumbrado público que ocasiona deslumbramiento, fatiga, cansancio, estrés, accidentes, en fin, algunos de los ejemplos de un mal sistema de iluminación.

PROBLEMA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS

Problema

En la actualidad no existe una modelo para la colocación de lámparas a la red de alumbrado público, que proporcione información y muestre el proceso de análisis selección, diseño, cálculos, para la colocación de luminarias.

Hoy en día se encuentra vigente las diferentes Regulaciones y en algunos casos las Ordenanzas Municipales, que proporcionan los niveles de iluminancia, uniformidad, adecuados a las diferentes zonas en análisis (peatonales y ciclistas, áreas críticas, plazas y plazoletas, vehiculares, parques, canchas deportivas o recreativas, entre otras).

Pero este tipo de Regulaciones, no muestra un proceso para la selección de las lámparas, la distancia de separación entre los puntos de luz, el ángulo de inclinación de la lámpara, las distancias de seguridad con respecto a las edificaciones, el sistema de alimentación y control de las luminarias. Con estas consideraciones se plantea una propuesta que permita elaborar un diseño de iluminación empleando las Regulaciones y homologaciones vigentes en Ecuador.

Justificación

Los valores de iluminancia y uniformidad establecidos por la Regulación permitirán el proporcionar a los transeúntes un tránsito seguro y con calidad de iluminación.

Los nuevos diseñadores obtendrán una base teórica y práctica con información en lo que respecta a alumbrado público, ya que en mucho de los casos los sistemas de iluminación actuales no proporciona los niveles de iluminancia que exigen las regulaciones, con esto se observa como existe sistemas de alumbrado público que ocasiona deslumbramiento, fatiga, cansancio, estrés, accidentes, en fin, algunos de los ejemplos de un mal sistema de iluminación.

La guía tratará de solucionar en parte, los requerimientos necesarios para un buen sistema de iluminación, con sus respectivas características, componentes a tomar en consideración al momento de su colocación.

Delimitaciones

El propósito de la guía a desarrollar proporcionará los elementos básicos para una correcta ejecución de las instalaciones, mediante el uso de los diferentes regulaciones para sistemas de alumbrado público.

El proyecto presentará el diseño y la toma de datos con equipo (luxómetro), analizando los niveles de iluminancia, flujo luminoso, en la vía, parque, cancha.

El proyecto no se limitará a elaborar una propuesta para una sola zona, sino que se propone para diferentes zonas como lo es la vía, cancha y parque.

Cada uno de las estrategias planteadas en este proyecto se llevará a cabo siempre y cuando los consultores o diseñadores decidan por decisión propia el utilizarlo

Objetivos

Objetivo general

Elaborar una guía de procesos para el diseño de sistemas de iluminación, de alumbrado público.

Objetivo específico

- 1.Elaborar un marco de referencia teórico y recopilar información de las diferentes Normativas que existen para los diseños del alumbrado público.
- 2.Formular un modelo base para el diseño de los sistemas de iluminación de alumbrado público.
- 3.Validar la propuesta del modelo base para el diseño de sistemas de iluminación de alumbrado público.
- 4.Presentar la propuesta para los diseños de alumbrado público mediante la aplicación.

ESTADO DEL ARTE

“En Europa, en el año de 1931, se desarrolló una lámpara de alta presión de sodio” [3]. Que presentó una alta eficiencia, pero debido a su color de luz amarillento, no fue empleado en el alumbrado de interiores, sino más bien su aplicación fue enfocada hacia el alumbrado de vías públicas. En el transcurso de los años se han ido desarrollando nuevas tecnologías que han permitido que las lámparas se vuelvan más eficientes y adecuada al lugar de aplicación [3].

Mayormente en nuestro país Ecuador, los sistemas de iluminación en exteriores emplean lámparas de vapor de sodio, mercurio e incandescentes, estas lámparas en su momento llegan a ser ineficientes debido a su bajo rendimiento lumínico y a requerir constantemente el remplazo de componentes para su correcto funcionamiento. En la actualidad el uso de estas lámparas han ido disminuyendo a causa de la aparición de lámparas con tecnología LED, produciendo mayor eficiencia respecto al bajo consumo energético y gran durabilidad. Por esto, un sistema de iluminación que cumplan cada uno de los criterios de diseño, podrán reducir los riesgos de accidentes producidos por la falta de iluminación y generar seguridad para quienes transitan por la vía [4].

Mediante un estudio realizado en el cantón Portoviejo, sector San Felipe, referente al alumbrado público, debido a la mala estructuración del diseño de iluminación y a la falta de apoyo por parte de las autoridades, se ha realizado un análisis del porqué existe tan poco alumbrado público y porque está afectando a cada uno de los habitantes del sector, conllevando a que por las noches las personas no puedan circular de forma segura [3].

los resultados determinan que existen lámparas de mercurio de 175 W colocados en algunos de los postes, más no en cada uno de ellos, además cada uno de los postes se encuentra a una distancia de separación muy alejada, la altura de montaje no es la adecuada y esto provoca que el sistema no presente un cambio de luz de forma uniforme más bien produce zonas o tramos oscuros en donde se ocasionan los robos [3].

Mediante un análisis realizado sobre el rendimiento lumínico de las farolas led con diferentes temperaturas de color, para determinar si un tipo de luz es adecuada para el alumbrado público, se analiza sobre la adaptación a la oscuridad usando LED, con diferentes temperaturas de color correlacionadas, dando como resultado que al momento que va incrementado la temperatura de color, incrementa el tiempo de adaptación a la oscuridad mejorando la capacidad del ser humano para distinguir colores [5].

Si la luz tiene una temperatura de color de 3000 Kelvin, presenta una reproducción cromática más alta. Por lo tanto, mientras la temperatura de color este por encima de los 3000 Kelvin la tasa de éxito de la discriminación de color está cerca del 100 % y contrario a ello, si se encuentra por debajo de los 1870 Kelvin (K) la discriminación de color de un ser humano son las más bajas [5].

En el estudio denominado, “Iluminación y arquitectura, impacto del diseño de la iluminación artificial en la percepción de parques y jardines” [6]. Recomiendan que para el alumbrado se debe planificar cada una de las necesidades de iluminación y mediante estas se determine el flujo luminoso requerido, tomando en consideración el área a iluminar y la distancia de iluminación deseada. Lo que se requiere es lograr un alumbrado suficiente que proporcione la seguridad y comodidad para la fácil circulación de las personas, considerando cada uno de sus espacios florales, senderos, piletas, rocallas, muros [6].

Al implementar este tipo de iluminación, los resultados a obtener son un ambiente que produzcan efectos similares a los conseguidos por la iluminación natural. En este tipo de escenarios es recomendable el uso de lámparas con altos índices de reproducción cromática, debido a que mientras más se acerque a 100 la reproducción de color se podrá visualizar de forma natural y permitiendo el resaltar cada uno de los elementos del parque o jardín [6].

Este estudio recomienda que existen zonas que contienen altos niveles de iluminación, que a su vez provoca que el ojo humano se acomode a este fondo luminoso y que aparezca más oscuro los campos a sus alrededores. Por ello recomienda que el nivel de iluminación de zonas por donde circulan personas que incluya caminos, senderos, escaleras tenga por lo menos 20 luxes y de ser el caso aumentar el nivel de iluminación en zonas importantes del parque [6].

En el estudio de iluminación al campo infantil de béisbol, en Salitre, el mismo que presta un servicio importante en la práctica de este juego a jóvenes y mayores, debe presentar un nivel de iluminación que permita un flujo eficiente para la realización del deporte. Se recomienda que el sistema de iluminación permita iluminar uniformemente el contraste del lugar y que cumpla cada uno de los reglamentos de iluminación [7].

En este tipo de escenarios deportivos están presentes superficies como el balón, uniforme de los jugadores, el graderío, espectadores, la misma cancha y cada una de estas no son superficies uniformes ni continuas, por ello, los postes se recomienda ser colocados en la parte lateral o en las esquinas con una altura de montaje libre de los proyectores, pero no detrás de los arcos esto debido a que provocaría sombras y deslumbramiento al jugador que se va acercando a la portería [7].

En el estudio denominado “Procedimiento para diseñar un sistema de iluminación vial basado en normativa nacional y extranjera. Caso aplicativo: Avenida Vice Piura” [8]. Ha ocasionado que la distancia de colocación de los postes y la mala selección de la luminaria por parte de la empresa eléctrica distribuidora. Conlleve a que la vía presente un sistema de iluminación por debajo de lo requerido y ocasione el aumento frecuente de accidentes de tránsito y la inseguridad de los usuarios al transitar por la vía [8].

Por ello, el estudio realiza el rediseño del sistema de iluminación presentando un proceso de análisis de los niveles de iluminación que requerirá la calzada y las aceras basándose en la normativa, además muestra la selección de la luminaria y el emplazamiento de cada una de ellas en la vía [8].

Cada uno de estos elementos han permitido el reducir el número de postes a colocar en la avenida Vice Piura. Y resolver el problema de iluminación actual. Concluyendo que el diseño de un sistema de iluminación vial requiere de un proceso de selección y aplicación de la normativa e incluya cada uno de los aspectos para su construcción [8].

En el estudio denominado “Aplicación de criterios de optimización energética y seguridad en la iluminación y confort en calles y avenidas” [9]. consideran como aspecto importante al momento de realizar un sistema de iluminación el conocer los conceptos de los parámetros fotométricos como lo son la Intensidad luminosa, iluminancia, luminancia, uniformidad, deslumbramientos ya que de ellos depende la calidad de iluminación que existirá en la vía [9].

Este análisis emplea dos métodos, el primero mediante el uso de un luxómetro, que determina el nivel de iluminancia en la vía, el cual para ejecutar sus mediciones se considera un tramo de la vía, y se marca una grilla de puntos sobre la calzada posterior a ello se va tomando los niveles de iluminancia en cada uno de los puntos [9].

El segundo mediante el uso del software DIALux, en donde se considera las características de la calzada, la altura a la que estarán colocadas las luminarias, el tipo de luminaria a emplear, el mismo que se puede seleccionar mediante el uso de los catálogos en línea que contiene el mismo software, los ángulos de inclinación de las lámparas. Cada uno de estos parámetros permiten ejecutar el diseño de la vía en un modelo 3D que a su vez empleado la herramienta de colores falsos que contiene el software DIALux se podrá apreciar el nivel de iluminación que tendría la vía [9].

La aplicación de estos métodos al análisis hecho en la .avenida J.R. Fernández de la ciudad de Corrientes en la República Argentina” [9]. Concluye que el nivel de iluminancia promedio y uniformidad que existe en la calzada cumplen cada uno de los requisitos de la normativa [9].

Capítulo 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Alumbrado Público

“Permite llevar a cabo la iluminación de vías y espacios públicos, que están destinados a la movilidad, seguridad, ornamentación y deporte” [10]. Se clasifica en

1.1.1. Alumbrado Público General

“Permite realizar la iluminación de vías públicas, usadas para la circulación de personas y vehículos, incluye los sistemas de iluminación en escenarios deportivos, de uso y acceso público, no cerrados, cubiertos o no, de propiedad pública o comunitaria, ubicados en sectores urbanos y rurales. Excluye la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida” [10].

1.1.2. Alumbrado Público Intervenido

“Permite realizar la iluminación a vías que, debido a planes o requerimientos específicos por parte de los gobiernos autónomos descentralizados, difieren de los niveles de iluminación establecidos por regulación y/ o requieren de una infraestructura constructiva diferente de los estándares establecidos para el alumbrado público general” [10].

1.1.3. Alumbrado Público Ornamental

“Permite la iluminación de zonas como; parques, plazas, iglesias, monumentos y similares, que difiere de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general. Ya que estos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente o por el órgano estatal competente” [10].

1.2. MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS

1.2.1. Flujo luminoso

“Es la potencia (W) que está siendo emitida en forma de radiación luminosa, a la que el ojo humano es sensible” [11]. Se usa la letra del alfabeto griego (ϕ) para su representación y el lumen (lm) es su unidad de medida.

1.2.2. Intensidad luminosa

“Flujo luminoso que está siendo emitido por una fuente propagada en un elemento de ángulo sólido que contiene la dirección dada ” [11]. Para su representación se utiliza la letra (I) y la candela (Cd) es su unidad de medida.

1.2.3. Iluminancia

“Flujo luminoso recibido por una superficie” [11]. Se emplea la letra (E) para su representación y su unidad de medida es el lux (lx).

1.2.4. Luminancia

“Se referencia al efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo en una dirección determinada, puede ser por una fuente primaria generadora de luz como secundaria que refleja la luz” [12]. Se emplea la letra (L) para su representación y su unidad de medida es la candela por metro cuadrado (Cd/m^2).

1.3. PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS A EVALUAR EN UN DISEÑO DE ILUMINACIÓN

1.3.1. Luminancia promedio de la calzada

“Valor mínimo que debe ser mantenido a lo largo de la vida de una instalación lumínica, requiere de la distribución de la luz de la luminaria, el flujo luminoso de las lámparas y de las propiedades de reflexión de la calzada” [8]. La figura 1.1, muestra el nivel de brillo que debe tener la vía, para la visualización de cada uno de los objetos.



Figura 1.1: Nivel de iluminación adecuado sobre la vía

Fuente[Propio]

1.3.2. Uniformidad general de luminancia de la calzada

Se calcula haciendo uso de los valores de luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía [1]. Este coeficiente no deberá ser menor al 40 % en los diseños de iluminación [12]. La figura 1.2, muestra un cambio demasiado notorio de iluminación entre las luminarias, debido a esto el sistema no es uniforme.

$$U_o = L_{min}/L_{prom} \quad (1.1)$$



Figura 1.2: Niveles de uniformidad decadentes en la vía
Fuente[Propio]

1.3.3. Uniformidad longitudinal sobre la calzada

“Se calcula haciendo uso de los valores de luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas a lo largo del eje central de cada carril de circulación” [8]. La figura 1.3, muestra un sistema de iluminación con la producción del efecto cebra entre las luminarias, esto debido una mala uniformidad.

$$U_L = L_{min}/L_{max} \quad (1.2)$$



Figura 1.3: Baja uniformidad en la vía y producción de efecto cebra
Fuente[Propio]

1.3.4. Deslumbramiento perturbador o visibilidad reducida

“Sensación molesta que provoca una visión reducida debido a la aparición de un velo luminoso, ocasionando una visión borrosa, sin nitidez, con bajo contraste de la imagen e impidiendo el ver objetos pequeños” [12]. La figura 1.4, representa el efecto deslumbrante asía las personas debido a los malos criterios de diseño.



Figura 1.4: Deslumbramiento perturbador en la vía

Fuente[Propio]

1.3.5. Relación de alrededores

Permite medir la iluminación en las zonas limítrofes de la vía, con esto se asegura que cada uno de los elementos que se encuentran presentes en estas zonas (objetos, vehículos y/o personas) sean visibles ante los conductores. “Se obtiene calculando la iluminancia media en una franja de 5,0 m de ancho a cada lado de la calzada” [12]. La figura 1.5, representa los límites para realizar la medición en las zonas limítrofes de la vía.

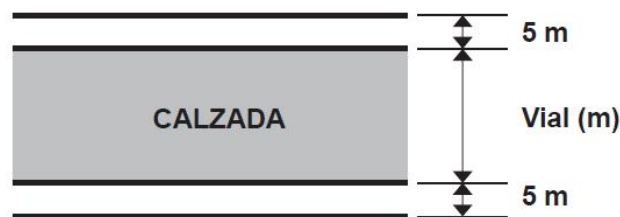


Figura 1.5: Medición del coeficiente de iluminación en los alrededores

Fuente[6]

1.4. FUENTES LUMINOSAS

1.4.1. Lámparas de halogenuros metálicos

Son lámparas de alta potencia con adecuación de reproducción de colores, su uso es aplicado al alumbrado público [13].

Esta lámpara presenta características que la diferencia de otras, produciendo alta eficiencia y un color de luz blanca semejante a la luz natural. Producen un alto flujo luminoso en diferencia de las lámparas fluorescentes. Los principales inconvenientes son el costo y una vida útil de 10.000 horas, menor que otras lámparas de descarga [13].

1.4.2. Lámparas de sodio a baja presión

Es un tipo de lámpara que presenta alta eficiencia luminosa, debido a esto su aplicación está en lugares que no requieren una reproducción de colores altos [14].

Es un tipo de lámpara que produce una luz rojiza al momento que ocurre la descarga a través del gas neón, el vapor que se va generando debido al calor vaporiza el sodio y a su vez se va haciendo visible esta luz amarillenta característica de las lámparas de sodio, para que esta lámpara alcance su máximo flujo requiere de un tiempo aproximado de 10 minutos [14].

1.4.3. Lámparas de sodio a alta presión

Es un tipo de lámpara utilizado en todo el mundo, comenzó a aparecer en las calles, carreteras, puentes, túneles a medidas del siglo XX [15].

El principio de funcionamiento para la producción de luz, es mediante la ejecución de electricidad a través de gases, son un tipo de lámparas eficientes, para su encendido completo toman un poco de tiempo para producir su color típico (amarillo-anaranjado). El tiempo de vida de estas lámparas van alrededor de las 15.000 horas [17].

Existe una variación de este tipo de lámparas, con un mayor nivel de presión llamada sodio blanco, proporcionando la mayor reproducción cromática de las lámparas de sodio con eficiencia menor, su aplicación está en lugares que requieren mayor índice de reproducción cromática como lo son edificios, jardines [17].

1.4.4. Lámparas LED

Son lámparas basadas en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz, es un dispositivo que no cuenta con filamento y con ello la lámpara tiene una elevada vida de, 50.000 horas [17].

Estas lámparas son muy resistentes a los golpes y proporcionan una eficiencia del ochenta por ciento en comparación a las lámparas incandescentes. Por esta razón, este tipo de lámparas se han vuelto una alternativa eficiente para el remplazo o sustitución a las bombillas incandescentes y lámparas de bajo consumo en los nuevos proyectos y proyectos existentes [17].

1.5. ELECCIÓN DE LA FUENTE DE LUZ

1.5.1. Eficiencia luminosa

Lo que se requiere al momento que comienza a funcionar una luminaria es que no caliente el ambiente, sino más bien que ilumine, de aquí el concepto de eficacia luminosa [18]. En el caso del alumbrado público, una luminaria deberá poder iluminar toda el área de la calzada y las aceras, de esta manera se podrá evitar tener zonas oscuras entre cada punto de luz, en la sección anexo se presenta la tabla 4.40, donde se muestra la eficiencia luminosa de varias lámparas.

1.5.2. Temperatura de color

Constantemente las fuentes de luz emiten una amplia gama de longitudes de onda, aunque, por lo general, se percibe un solo color. Este color aparente se conoce como la temperatura de color de la fuente de luz. Cabe mencionar que considerando las necesidades del área de aplicación y las diferentes preferencias, no se puede determinar ningún requisito estándar para el color de la luz [19].

Como recomendación, para el alumbrado público el color de la luz se encuentra entre el ámbar, el neutro y el blanco azulado, a una temperatura de color que oscila entre los 1900 y 5000 Kelvin [19]. En la sección anexo se presenta la figura 4.25 donde se muestra los diferentes niveles de temperatura de color.

1.5.3. Rendimiento cromático (IRC)

La reproducción de colores se debe, a que las fuentes de luz emiten colores predeterminados, pero existen fuentes de luz que presentan espectros concretos de longitudes de onda, que provoca que cualquier objeto iluminado presente colores de manera muy natural [19]. Puesto que la reproducción de colores no depende de la temperatura de color de una fuente de luz, sino, de las longitudes de onda espectrales emitidas por una fuente [19]. En la sección anexo se presenta la tabla 4.41, donde se muestra los tipos de lámparas y los niveles de IRC para cada una de ellas.

1.5.4. Depreciación del flujo luminoso

Refiere a la acumulación de suciedad en el conjunto óptico de la luminaria y esto es debido al envejecimiento de las lámparas, acumulación de polvo sobre su superficie y otros factores externos que producen la disminución de los niveles de iluminación [18]. Si se toma como referencia alumbrado público, estas lámparas se encuentran funcionando en la intemperie.

Por ello es importante al momento de seleccionar la lámpara a utilizar, que a esta se le pueda brindar un plan de mantenimiento para su limpieza, además que tenga un fácil acceso al cambio de componentes.

1.5.5. Distribución fotométrica

Curva que es presentada por los fabricantes de las luminarias, presenta la estructura y dirección de la distribución de la luz, generalmente se encuentra en coordenadas polares y representa el resultado transcrito en forma gráfica de la toma de mediciones de la intensidad luminosa en varios ángulos alrededor de una luminaria. El sistema de coordenadas de estas curvas está en (C - y) [18].

La parte fotométrica de la luminaria es de suma importancia para la selección de la lámpara, debido a que dependiendo cuán eficiente pueda ser, esto permitirá optimizar recursos económicos y recursos energéticos.

Al seleccionar una luminaria que presente una fotometría eficiente, se podrá abarcar mayor área de vía. Lo que se quiere decir es que se podrá abarcar una interdistancia entre luminarias más amplia.

El tipo de distribución fotométrica que deberá tener una luminaria, debe respetar siempre un criterio;

Debe ser asimétrico en los planos C-90/270 grados con mayores intensidades hacia C-90 grados y simétricos hacia los planos C-0/180 grados, véase la figura 1.6, representa la distribución fotométrica de la luminaria en la calzada.

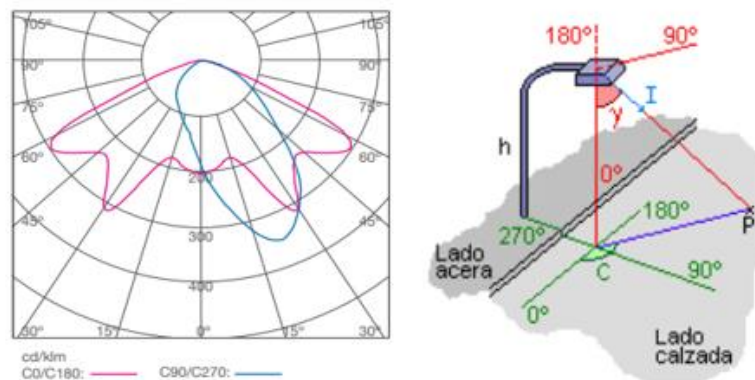


Figura 1.6: Curva fotométrica y distribución luminosa

Fuente[25]

1.5.6. Determinación de los grados de protección e impacto, códigos IP e IK

Los códigos (IP) son usados para determinar el grado o nivel de protección que es proporcionado por una envoltura, contra el ingreso de polvo y agua, son de primordial uso en equipos que se encuentran funcionando en el exterior. Los datos son proporcionados por la Norma Internacional IEC 60529 [20]. Los códigos (IK) son usados para determinar el grado o nivel de protección por una envolvente hacia los materiales eléctricos protegiéndolos de los impactos mecánicos nocivos. Los niveles de protección se obtienen de la Norma Internacional IEC 62262 [21].

La homologación ecuatoriana propone que los niveles de protección en el conjunto óptico y eléctrico de una luminaria de vapor de sodio sea mayor o igual a IP 65 y un refractor o difusor resistente al impacto IK mayor o igual a 0.8, en la sección anexo se presenta las tablas 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, referentes a los grados de protección.

1.6. TIPOS DE SOPORTES PARA LOS DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN

1.6.1. Postes de Hormigón

Son postes de larga duración que debido a su composición de hormigón armado o pretensado no requieren ningún mantenimiento [22]. Véase la figura 1.7, muestra postes de hormigón autosoportantes empleados para el montaje de luminarias o extensiones de red en MT y BT.



Figura 1.7: Poste de hormigón

Fuente[Propio]

Su estructura presenta una forma circular o poligonal, deben presentar un buen acabado, sin deformaciones, libre de porosidades, con dimensiones adecuadas para sostener de manera correcta los brazos de soporte y luminarias [22]. Presenta un peso considerable lo que beneficia su transporte e instalación, se aplica cuando la alimentación se efectúa mediante una línea aérea [23].

1.6.2. Postes Metálicos

Tipo de poste que presenta buena resistencia a la corrosión, particularmente tratándose de postes de acero (deben recibir el tratamiento adecuado), empleando antes de la capa de protección un desoxidante que ayude a prevenir el deterioro, debido a encontrarse en ambientes externos [22]. Véase la figura 1.8, muestra un poste metálico utilizado para la iluminación ornamental y su respectivo empotramiento mediante el empleo de pernos y rosca.



Figura 1.8: Poste Metálico

Fuente[Propio]

Presenta un menor peso que los postes de hormigón y son muy utilizados en los ambientes de iluminación ornamental, ya sea en plazas o parques [23].

1.6.3. Postes de Plástico reforzados con fibra de vidrio

Son un tipo de poste liviano que a su vez presentan buena resistencia a la corrosión, debido a sus características, se han comenzado a utilizar en varias instalaciones [22]. Véase la figura 1.9, muestra un poste reforzado con fibra de vidrio utilizado para la iluminación ornamental.



Figura 1.9: Poste de reforzado con fibra de vidrio

Fuente[Propio]

Debido a su ligereza presenta ahorros en transporte e instalación, su flexibilidad es superior si se compara con los postes de acero, en la mitad de la parte enterrada puede contar con un orificio para colocar el conductor de alimentación (caso líneas subterráneas), caso contrario cuando la conexión se realiza por medio de una caja exterior en la base del poste el orificio no es necesario [23].

1.7. EQUIPOS AUXILIARES PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

1.7.1. Brazos de Soporte

Es un elemento de sujeción para las luminarias de alumbrado público, mayormente se encuentran Fijados en los muros de las edificaciones o en los postes que son empleados para la distribución de energía eléctrica a las viviendas. Se recomienda el uso de los brazos sujetos a los edificios que sean suficientemente elevados y sólidos cuando se presentan vías estrechas [24]. Para su instalación se usan abrazaderas o pernos tipo U esto según el diseño del brazo, su ensamble se realiza mediante la utilización de tubos metálicos [22].

1.7.2. Abrazaderas

Utilizadas como material de soporte para los brazos de las lámparas, transformadores, conductores. Deben estar fabricadas en un solo cuerpo, sin presentar soldaduras, si no más bien una superficie lisa sin rebabas, que afecten a su funcionalidad [24].

La perforación que lleva la abrazadera debe ser realizada por punzonado o taladro y la tuerca de sujeción de la abrazadera debe ser de grado 2 con cada uno de sus accesorios galvanizados en caliente [24].

1.7.3. Tensores y Anclajes

Proporcionan estabilidad y soporte a los postes de la red eléctrica, impidiendo que se inclinen en cualquiera de las direcciones, soportando el peso de los conductores y equipos que se encuentran sobre el poste. Deberán presentar un solo cuerpo en su composición, no se acepta

soldaduras y los cortes se deberá efectuar por medio de máquinas que generen superficies lisas, rectas, sin fisuras [24].

En las varillas de anclaje la rosca y tuerca no debe presentar superficies irregulares que afecten el funcionamiento, con esto la tuerca debe ser capaz de recorrer toda la longitud de la rosca sin emplear el uso de herramientas, cumpliendo el torque recomendado [24].

Nota: Revisar el “Catálogo Digital Redes de Distribución de Energía Eléctrica”, en este catálogo, homologado por las empresas eléctricas distribuidoras de Ecuador, se puede observar las características de los postes referentes a la composición, altura (m), cargas de ruptura (Kgf), diámetro en la punta y base (cm), niveles de enterramiento (m), altura de colocación de la placa (m), etc. De los postes Autosoportantes, Hormigón, Plástico RFV (distribución, iluminación).

Capítulo 2

CÁLCULO, MANTENIMIENTO Y CONTROL PARA LAS LUMINARIAS

2.0.1. Mediciones fotométricas de alumbrado público

Al pasar 100 horas de funcionamiento de las bombillas nuevas, se procede con la verificación del proyecto, mediante el cálculo y medición de los parámetros fotométricos a cumplir (luminancia, uniformidad). Efectuando su respectiva comparación con los valores proporcionados por la regulación u homologación que respaldan estos proyectos eléctricos [34].

2.0.2. Cálculo de iluminancia empleando el método de los nueve puntos

En la Figura 2.1 se puede observar la malla para la determinación de los niveles de iluminancia en cada uno de los puntos, desde P1 hasta P9 y aplicando la fórmula de iluminancia E_m ubicada más adelante y nombrada ecuación (2.1), proporcionará el nivel de iluminancia que estará generando la lámpara en análisis [34].

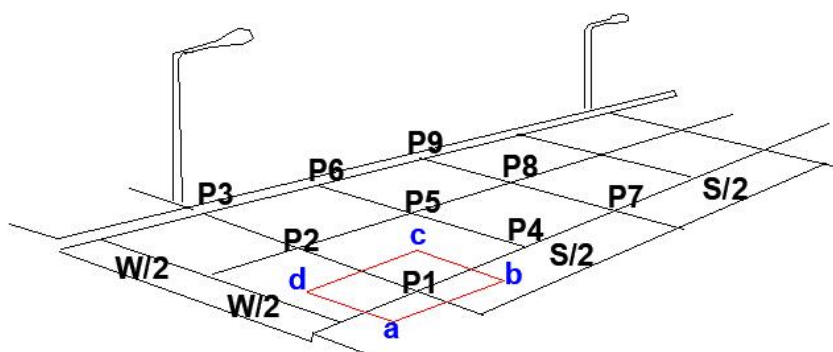


Figura 2.1: Malla colocada en la calzada para determinar el valor de iluminancia

Fuente[Propio]

Este método se usa para calcular la Iluminancia promedio. Sobre la calzada de la vía, se debe dibujar un rectángulo que se divida en cuatro partes, dos longitudinales y dos transversales, de tal manera que cada uno de los vértices de los nuevos rectángulos son los puntos a considerar, de esta manera se obtiene los 9 puntos del método [34].

La siguiente ecuación determina el valor de la iluminancia promedio (E_m) que existirá en el tramo seleccionado de la vía:

$$U_m = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9/16 \quad (2.1)$$

Siendo $E_1, E_2, E_3, \dots, E_9$, las iluminancias en los puntos $P_1, P_2, P_3, \dots, P_9$, respectivamente

2.0.3. Método para determinar luminancia en la calzada

Método que recomienda la CIE 140-2000. Para cálculos de luminancia en calzadas rectas y secas [26].

2.0.4. Capó de cálculo para luminancia

El campo de cálculo se realiza en medio de 2 luminarias ubicadas en una vía recta, donde el observador deberá estar situado a 60 m de la primera luminaria y a una altura de 1.5 m por encima del nivel de la calzada [26]. Véase la figura 2.2, muestra el campo de cálculo y la posición del observador.

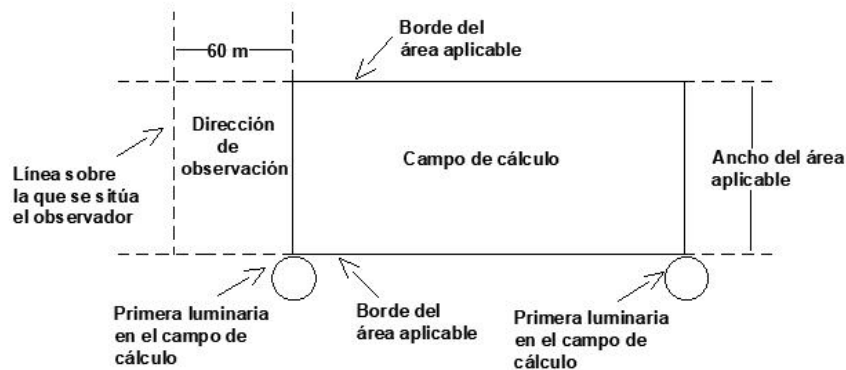


Figura 2.2: Campo de cálculo de la luminancia de la calzada

Fuente[Propio]

2.0.5. Posición de los puntos de luz

En el campo de medición los puntos deberán estar situados de forma uniforme [26].

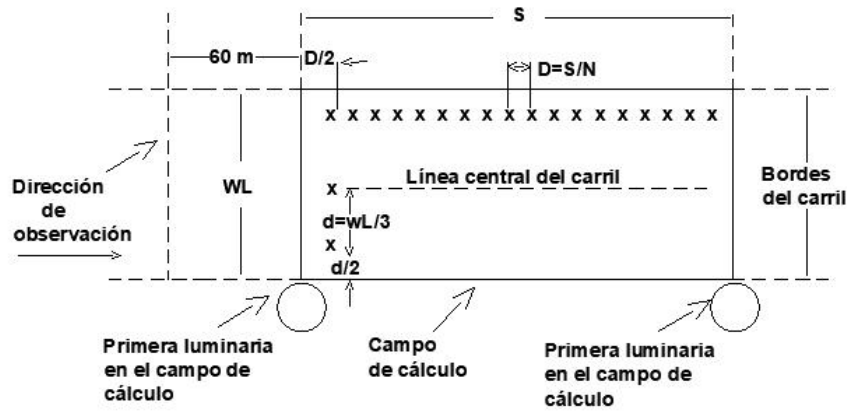


Figura 2.3: Posición de los puntos de cálculo en un carril

Fuente[Propio]

La colocación de los puntos para la medición en sentido longitudinal será:

$$D = \frac{S}{N} \quad (2.2)$$

Donde

D = Separación entre puntos en sentido longitudinal (m)

S = Separación entre luminarias en la misma fila (m)

N = Número de puntos de cálculo en sentido longitudinal con los siguientes valores

Para S menor o igual a 30 m, N = 10

Para S mayor de 30 m, N es el entero más pequeño para que se obtenga D menor o igual a 3 m

La primera fila transversal usada como puntos de cálculo, se espacia a una distancia D/2 más allá de la primera luminaria (alejada del observador)

La colocación de los puntos para la medición en dirección transversal será:

$$D = \frac{WL}{3} \quad (2.3)$$

Donde:

D = el espacio entre puntos en la dirección transversal (m)

WL = ancho del carril (m)

Los puntos de cálculo más exteriores están separados $d/2$ de los bordes del carril

Finalmente, con los valores obtenidos en cada uno de los puntos de luminancia medidos en el vano seleccionado, se determina el valor de luminancia promedio [34]:

$$L_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} E_i}{n} \quad (2.4)$$

Donde:

L = luminancia en un punto de medición

n = número de puntos de medición

2.1. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO - NORMA NTC 900 PARA LUMINARIAS

2.1.1. Actividades de mantenimiento

El mantenimiento que se aplica al alumbrado público normalmente es de tipo correctivo, ya que se van programando trabajos a medida que ocurre una falla, es decir, se identifica la falla posterior a esto se corrige y el sistema de iluminación queda funcionando, ocasionado que los niveles de iluminación cambien y el sistema no presente uniformidad [28].

En ocasiones se aplican mantenimiento de tipo preventivo, que genera un programa de actividades a cumplir, realizando la limpieza de la parte del conjunto óptico de las luminarias, obteniendo como resultado una mejora en los niveles de iluminación [28].

2.1.2. Categoría de contaminación

La norma NTC 900 proporciona la siguiente tabla 2.1 que muestra, los niveles de contaminación en una escala del I hasta el IV [26].

El $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Unidad que es utilizada para determinar la cantidad de contaminantes que se localizan suspendidos en el aire.

Tabla 2.1: Clasificación de los niveles de contaminación [26]

Categoría		Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo <80 ug/m ³	No existe 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 ug/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 ug/m ³	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que puede envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales.
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo >400 ug/m ³	Como la categoría anterior, pero la instalaciones están envueltas en humo y polvo.

2.1.3. Periodo de limpieza

La norma NTC 900 proporciona la siguiente tabla 2.2, mostrando los periodos recomendados para efectuar la limpieza del conjunto óptico de las luminarias, con base en los niveles de polución anteriormente descrito en la tabla 2.1 [26].

Tabla 2.2: Períodos de limpieza recomendados [26]

Categoría		Nivel de partículas	Periodo de limpieza (Años)
I	Ambientes poco polucionados	<80 ug/m ³	2
II	Ambientes medianamente polucionados	80-150 ug/m ³	2
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	150-300 ug/m ³	1
		300-400 ug/m ³	0.5
IV	Ambientes excesivamente polucionados	400-600 ug/m ³	0.5
		>600 ug/m ³	0.25

Cabe destacar que la cantidad de suciedad acumulada dependería del grado de hermeticidad del conjunto óptico y del ambiente en el cual se localice la luminaria [26].

2.2. SISTEMA DE MANDO PARA LUMINARIAS

2.2.1. Control por fotocélula

Es un dispositivo electrónico que se coloca en la parte superior de las lámparas de forma independiente, y a su vez permita el encendido y apagado dependiendo del nivel de luz natural, esto ocasiona que cada punto de luz se comporte de forma independiente [30]. Véase la figura 2.4

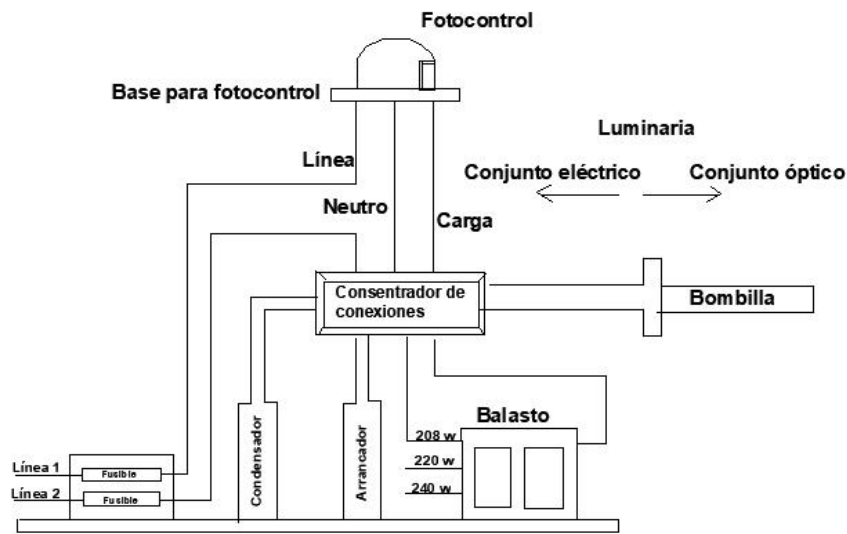


Figura 2.4: Conexión de una fotocélula a la red y luminaria

Fuente[Propio]

2.2.2. Control con hilo piloto

El control por hilo piloto se realiza por medio de un conductor que estará instalado desde un control maestro que puede ser un aparato sensible a la luz (fotocélula, reloj o simplemente un switch), Hasta cada una o cada grupo de lámparas que van a ser operadas [30].

El conductor recomendado para hilo piloto deberá ser número 6 AWG, instalándose un relé en cada uno o cada grupo de lámparas que estarán yendo a ser operadas [30].

”Los relés se pueden operar de dos formas; la primera cuando el relé está con los contactos normalmente cerrados se lo energiza en el día y la segunda cuando los contactos están normalmente abiertos se energiza el relé durante la noche, cuando las luces deben estar encendidas” [30]. Véase la figura 2.5

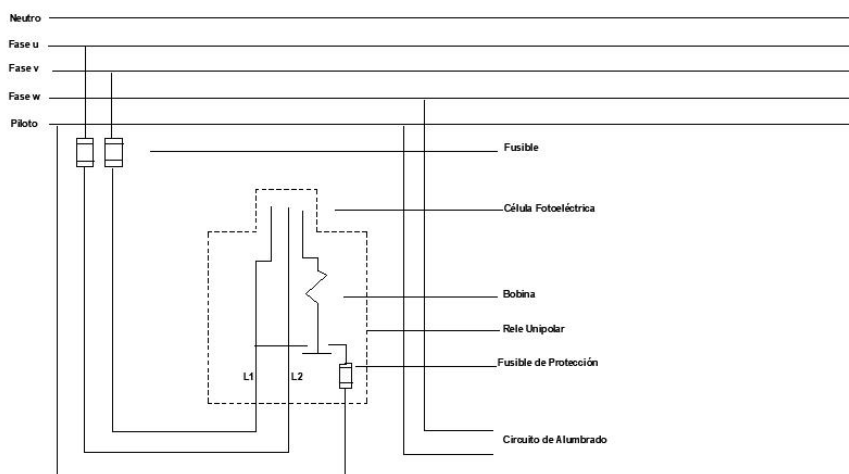


Figura 2.5: Conexión de la luminaria a hilo piloto

Fuente[Propio]

Capítulo 3

METODOLOGÍA

3.1. PROCESO DE COLOCACIÓN DE ALUMBRADO EN LA VÍA PÚBLICA

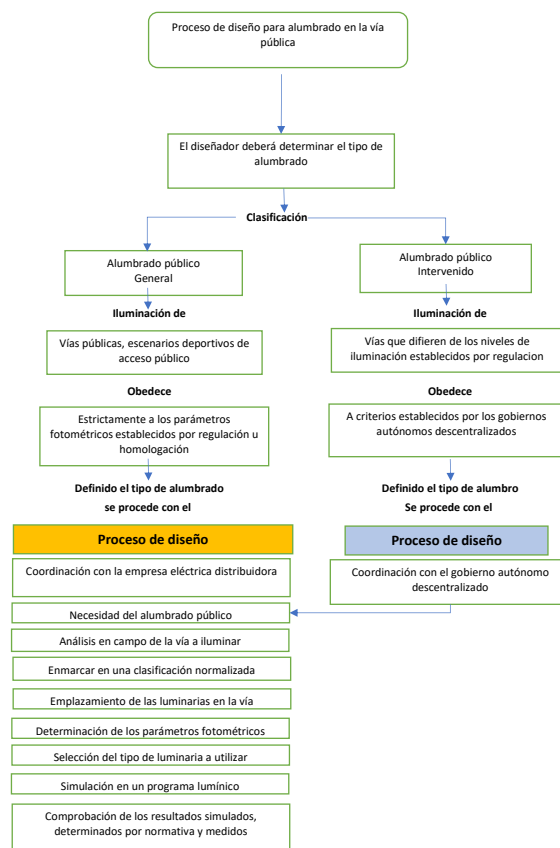


Figura 3.1: Mapa de procesos para el diseño de un sistema de iluminación vial de tipo general e intervenido

Fuente[Propio]

3.2. Desarrollo del proyecto

El diseño de un sistema de iluminación vial tiene como consideración, que el diseñador deberá determinar el tipo de alumbrado que se empleará en la vía, el mismo que se clasifica según la regulación ARCENNER 006/20 como alumbrado público general y alumbrado público intervenido, en lo que respecta a iluminación vial (revisar capítulo 1). Se realiza el análisis mediante el desarrollo de las consideraciones planteadas en el mapa de procesos presentado en la figura 3.1

3.3. Proceso de diseño para un sistema de alumbrado público General

El diseño de iluminación vial bajo la consideración de alumbrado público general, deberá ser estrictamente realizado bajo el uso de los niveles lumínicos planteados por la regulación u homologación. Permitiendo la aportación de iluminación de vías públicas para la circulación de personas y vehículos, incluye los sistemas de iluminación en escenarios deportivos de uso y acceso público, ubicados en sectores urbanos y rurales.

3.3.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora

Para proceder a arrancar con el diseño lumínico de la vía, el diseñador deberá ponerse en contacto con la empresa eléctrica distribuidora encargada de la zona. Mediante esto se podrá definir las consideraciones necesarias que deberá tener el proyecto.

Pero al ser un tipo de alumbrado general deberá regirse bajo normativa, es decir si la normativa propone que para las dimensiones y características de la vía en análisis, la distancia de separación entre poste sea 35 m con alturas de montaje de cada luminar a 8 m se deberá respetar este criterio.

3.3.2. Necesidad del alumbrado público

El diseño de un sistema de iluminación vial se efectúa con base en la consideración del lugar. Permitiendo que exista la visibilidad requerida para el desarrollo de las actividades nocturnas, ya sea en la vía pública o algún otro espacio de libre circulación, las consideraciones a tomar son las siguientes:

- Nivel de tráfico vehicular.
- Nivel de circulación peatonal.
- Análisis del sector en el caso de ser altamente comercial o delincuencia.

Mediante estas consideraciones el sistema de iluminación deberá estar proporcionando los niveles de iluminación adecuados en la vía.

3.3.3. Análisis en campo de la vía a iluminar

Para proceder a determinar cuál sería un nivel de iluminación tentativo, el diseñador deberá considerar el analizar los siguientes parámetros colocados a continuación:

- Considerar el ancho de la vía en donde se efectúa el análisis.
- Determinar si la vía en análisis contiene parter, vereda y definir sus dimensiones.
- Determinar la composición de la vía (asfalto, arena, lastre, grava).
- Considerar la distancia de seguridad con respecto a las edificaciones.

3.3.4. Enmarcar en una clasificación normalizada

Empleando el análisis en campo y el uso de la regulación, los parámetros que se presentan a continuación determina cuál será la clasificación de la vía medite las siguientes consideraciones:

- Determinación de la clasificación de la vía a iluminar (M1,M2... M5)
- Características de la superficie de la vía (R1, R2... R4).
- Determinación del nivel de iluminación para áreas peatonales (P1, P2... P6)

3.3.5. Emplazamiento de las luminarias en la vía

Se procede a considerar las características para el trazado de la instalación, las mismas que se presentan a continuación:

- La distancia de separación entre postes (m).
- La altura de montaje a la que estará la luminaria (m).
- La distancia máxima y mínimo del brazo de soporte para la luminaria (°).
- La distancia de separación entre el filo de la vía y el pie del poste (m).
- El ángulo de inclinación máximo y mínimo de la lámpara(m).

3.3.6. Determinación de los parámetros fotométricos

Médiente estas consideraciones planteadas en los puntos anteriores, se procede a determinar cuál será los parámetros fotométricos que deberá cumplir la vía, bajo el uso de la normativa.

Al final en la sección anexo se presenta la homologación del Catálogo Digital Redes de Distribución de Energía Eléctrica, los cuales proponen los niveles de iluminación con base en las características de la vía (catálogo usado por las empresas eléctricas distribuidoras para el diseño de un sistema de iluminación vial de tipo general, junto a la regulación del ARCERNNR 006/20.

3.3.7. Selección del tipo de luminaria a utilizar

La luminaria a utilizar en un sistema de iluminación vial, debe presentar altos niveles de hermeticidad en la parte óptica y eléctrica y un grado de resistencia a impactos mecánicos.

La parte fotométrica de la luminaria es de suma importancia para la selección de la lámpara, debido a que dependiendo cuan eficiente pueda ser, esto permitirá optimizar recursos económicos y recursos energéticos. Revisar el capítulo 1, donde se presenta información acerca de las luminarias, niveles de protección y los parámetros necesarios para la elección de la fuente de luz.

3.3.8. Simulación en un programa lumínico

Al tener cada uno de los parámetros definidos para el proceso de diseño hacia un sistema de iluminación vial, se debe efectuar su simulación en un software lumínico, los más empleados o conocidos son los siguientes:

-DIALux Evo o DIALux 4.13.

-Relux.

-Ulises.

3.3.9. Comprobación de los resultados simulados y determinados por normativa

Al momento de efectuar el diseño lumínico en cualquiera de los software, se deberá proceder a verificar los parámetros fotométricos que han sido establecidos y proceder con sus respectivas mediciones en campo. Los mismos que deberán coincidir con los valores proporcionados por el software, de esta manera se podrá determinar la valides del proyecto. Caso contrario al no cumplir estos parámetros se deberá realizar las correcciones necesarias, pero como consideración uno de los factores que impiden cumplir estos valores son mediante la mala selección de la luminaria.

3.4. Proceso de diseño para un sistema de alumbrado público Intervenido

Las consideraciones para el diseño son idénticas al alumbrado público general, ya que proporciona iluminación en la vía pública, pero "difieren de los niveles de iluminación establecidos por regulación y / o requieren de una infraestructura constructiva diferente de los estándares establecidos por el alumbrado público general" [10].

3.4.1. Coordinación con el gobierno autónomo descentralizado

Al ser un tipo de alumbrado público Intervenido, difiere de los niveles de iluminación establecidos por regulación. Es decir, si se toma como ejemplo el diseño de un sistema de iluminación vial en la zona rural, el nivel de iluminación para una vía de 7 m de ancho no deberá ser específicamente 1 Cd/m^2 , con una distancia de separación entre postes de 35 m, como se estructura para alumbrado público general, sino el nivel de iluminación podría ser más bajo y la distancia de separación entre postes iría hasta los 70 m de separación o viceversa.

De esta manera, el diseñador deberá ponerse en contacto con la Municipalidad y la Empresa Eléctrica encargada de la zona en donde se realiza el análisis de iluminación vial y determinar los niveles de iluminación más adecuados.

3.4.2. Proceso para el diseño

Si se revisa el mapa de procesos presentado en la figura 3.1, el proceso para el diseño de un sistema de iluminación intervenido es idéntico al alumbrado público general, donde se analiza las necesidades del alumbrado público, análisis en campo de la vía a iluminar, enmarcar en una clasificación normalizada, emplazamiento de las luminarias en la vía, determinación de los parámetros fotométricos, selección del tipo de luminaria a utilizar, simulación en un programa lumínico y la comprobación de los resultados simulados, determinados mediante normativa y medidos. Pero considerar que se debe realizar el diseño lumínico en coordinación con el gobierno autónomo descentralizado y la empresa eléctrica distribuidora.

3.5. PROCESO DE ILUMINACIÓN DE UN ESCENARIO DEPORTIVO

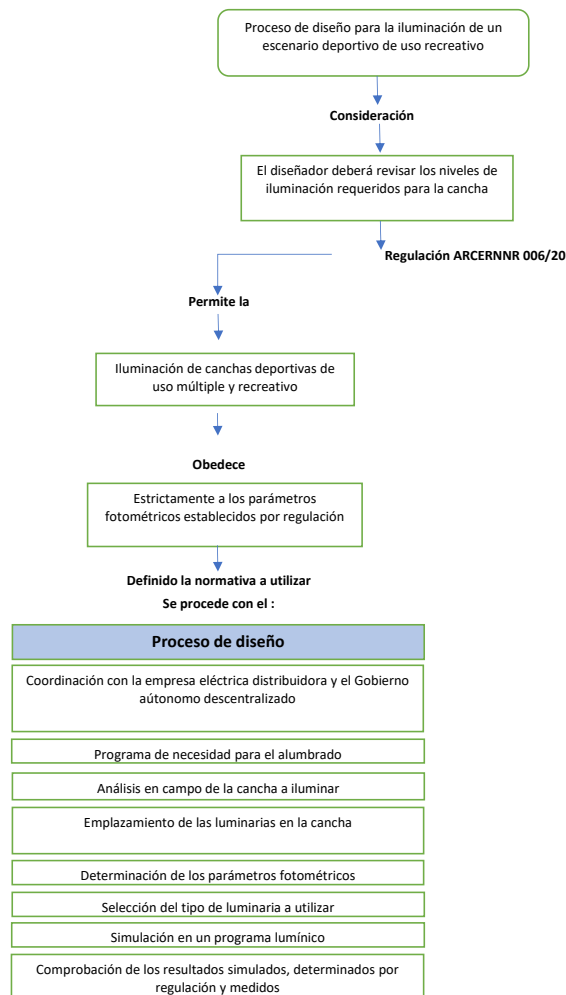


Figura 3.2: Mapa de procesos para el diseño de un sistema de iluminación hacia un escenario deportivo de uso recreativo.

Fuente[Propia]

La Regulación Ecuatoriana ARCERNNER 006/20 propone los siguientes parámetros fotométricos de iluminancia y uniformidad para los escenarios deportivos de uso múltiple y recreativo. Los mismos que se pueden observar en la siguiente tabla 3.1. Cabe mencionar que, en

caso de necesitar mayor información de los parámetros fotométricos para iluminación de instalaciones deportivas, revisar la norma UNE 12. 193, puesto que esta clasifica el alumbrado para estos escenarios deportivos en 3 tipos que se basa en el nivel de competición a requerir (clase 1; competición de más alto nivel, clase 2; competición de nivel medio, clase 3; entrenamiento general).

Tabla 3.1: Parámetros fotométricos para escenarios deportivos [8]

Descripción	Iluminancia promedio mínimo (luxes)	Uniformidad general $U_0 \geq \%$
Canchas deportivas de uso múltiple y recreativo	50	40

3.6. Proceso de diseño para la iluminación de una cancha de uso recreativo

Mediante el mapa de procesos presentado en la figura 3.2, se determina las consideraciones necesarias para efectuar un diseño de iluminación, hacia una cancha deportiva de uso recreativo.

3.6.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora y el Gobierno autónomo descentralizado

El diseñador deberá ponerse en contacto con la Municipalidad y la Empresa Electrica Distribuidora para analizar el lugar en donde se efectuara el diseño lumínico. Mediante esto, el diseñador obtendrá información referente a; que tipo de iluminación requerirá la cancha y cuales son los criterios para ejecutar el diseño.

3.6.2. Programa de necesidad para el alumbrado

Al realizar un proyecto de iluminación en una cancha deportiva, se debe considerar el programa de necesidades de dicha instalación [33].

- Jugadores
- Árbitros, jueces, entrenadores
- Espectadores
- Medios de comunicación (Radio, TV)

Cada uno de ellos debe tener la posibilidad de ver con precisión todo lo que sucede en la cancha para de este modo actuar correctamente [33]. Las consideraciones a tomar son las siguientes:

- Definir el nivel de iluminación requerido
- Obtener un buen grado de uniformidad
- Evitar la formación de sombras, de ser éstas muy intensas y largar perturban una correcta visión
- Evitar el deslumbramiento, ya que perturba a los jugadores comprometiendo la regularidad del juego e impide a los espectadores que puedan seguir el juego en todas partes de la cancha
- Optar por la utilización de fuentes luminosas que presenten buen rendimiento cromático.

3.6.3. Análisis en campo de la cancha a iluminar

Mediante una visita a campo el diseñador podrá determinar cuáles son las dimensiones de la cancha a iluminar, el lugar en donde se encuentra situada, el sí la cancha presenta a sus alrededores viviendas, plazas, parques, con este análisis el diseñador se da una idea para el emplazamiento de las luminarias y la altura de montaje.

3.6.4. Emplazamiento de las luminarias en la cancha

El trazado preliminar para la colocación de las luminarias en una cancha, son parte fundamental para evitar deslumbramiento. Por lo cual se recomienda su ubicación de la siguiente manera:

- En disposición lateral al campo de juego.
- En los vértices del campo.

En el caso de usar la disposición lateral al campo de juego, se deberá considerar lo siguiente:

- La distancia de separación de los postes.
- La distancia de separación entre el filo de la cancha y el pie del poste.

En caso de existir graderío en la cancha, los postes se deberán colocar en la parte trasera, pero tomando en consideración la altura e inclinación del proyector, ya que se podría producir sombras con respecto al graderío.

Con el análisis de estas consideraciones, se podrá determinar el trazado para la colocación de las luminarias.

3.6.5. Determinación de los parámetros fotométricos

Los parámetros fotométricos vienen establecidos por normativa para sistemas de iluminación hacia canchas de uso recreativo, mediante esto el diseñador se deberá regir bajo norma. Se pide revisar la tabla 3.1

3.6.6. Selección del tipo de luminaria a utilizar

De la misma manera que el alumbrado público vial, las luminarias para canchas respetan el mismo criterio, debido a encontrarse colocadas en el exterior. Deberán presentar altos niveles herméticos en la parte óptica y eléctrica y resistencia a impactos, pero se recomienda que la

fuente luminosa a utilizar presente buen rendimiento cromático. De requerir mayor detalle en la selección de una fuente luminosa revisar el capítulo 1.

3.6.7. Simulación en un programa lumínico

Al tener cada uno de los parámetros definidos para el proceso de diseño de un sistema de iluminación hacia una cancha de uso recreativo, se debe efectuar su simulación en un software lumínico, los más empleado para este tipo de escenarios son los siguientes:

- DIALux Evo o DIALux 4.13.
- Relux

3.6.8. Comprobación de los resultados simulados y determinados por regulación

Al momento de efectuar el diseño lumínico en cualquiera de los software, se deberá proceder a verificar los parámetros fotométricos proporcionados por la regulación, con sus respectivas mediciones en campo. Los mismos que deberán coincidir con los valores proporcionados por el software, de esta manera se podrá determinar la valides del proyecto. Caso contrario al no cumplir estos parámetros se deberá realizar las correcciones necesarias, pero como consideración uno de los factores que impiden cumplir estos valores son mediante la mala selección de la luminaria.

3.7. PROCESO DE ILUMINACIÓN DE UNA ÁREA ORNAMENTAL

La definición de áreas ornamentales, se especificó en el capítulo 1, incorporando el análisis en parques, plazas, iglesias, piletas, los mismos que obedecen a criterios estéticos y lumínicos por parte del gobierno autónomo descentralizado correspondiente.

Si se revisa el reglamento “RTE INEN 069”, que establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación pública, los valores de iluminación mínima, promedia y máxima, se presentan a continuación en la tabla 3.2

Tabla 3.2: Niveles de Iluminación en áreas distintas a vías vehiculares [31]

Clasificación	Iluminación Mínima (lux)	Iluminación Promedio (lux)	Iluminación Máxima (lux)
Canchas Múltiples Recreativas	30	50	70
Plazas y Plazoletas	20	30	50
Pasos Peatonales Subterráneos	20	30	50
Puentes Peatonales	10	20	20
Zonas Peatonales bajas y aledañas a puentes Peatonales y Vehiculares	10	20	30
Andenes, senderos, paseos y alamedas Peatonales en Parques	10	20	30
Ciclo rutas en Parques	10	20	30

Mediante una visita a la fundación Iluminar del cantón Cuenca. Encargada de realizar trabajos de embellecimiento de la ciudad en zonas públicas ornamentales, se pidió información sobre los niveles de iluminación requeridos o exigidos por las empresas distribuidoras.

Dando como explicación que los niveles de iluminación requeridos para una zona ornamentada se realiza con base en los requerimientos del lugar en análisis, pero que la empresa eléctrica Centro Sur de la ciudad de Cuenca, exige que estos niveles se encuentren entre los 20 y 40 luxes

Se determina que no existe un nivel establecido para la iluminación de los senderos peatonales de un parque, más bien depende de criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado y las características del lugar.

Con estas consideraciones se procede a plantear el siguiente análisis y determinar un nivel de iluminación adecuado en los senderos peatonales del parque. Véase la figura 3.3

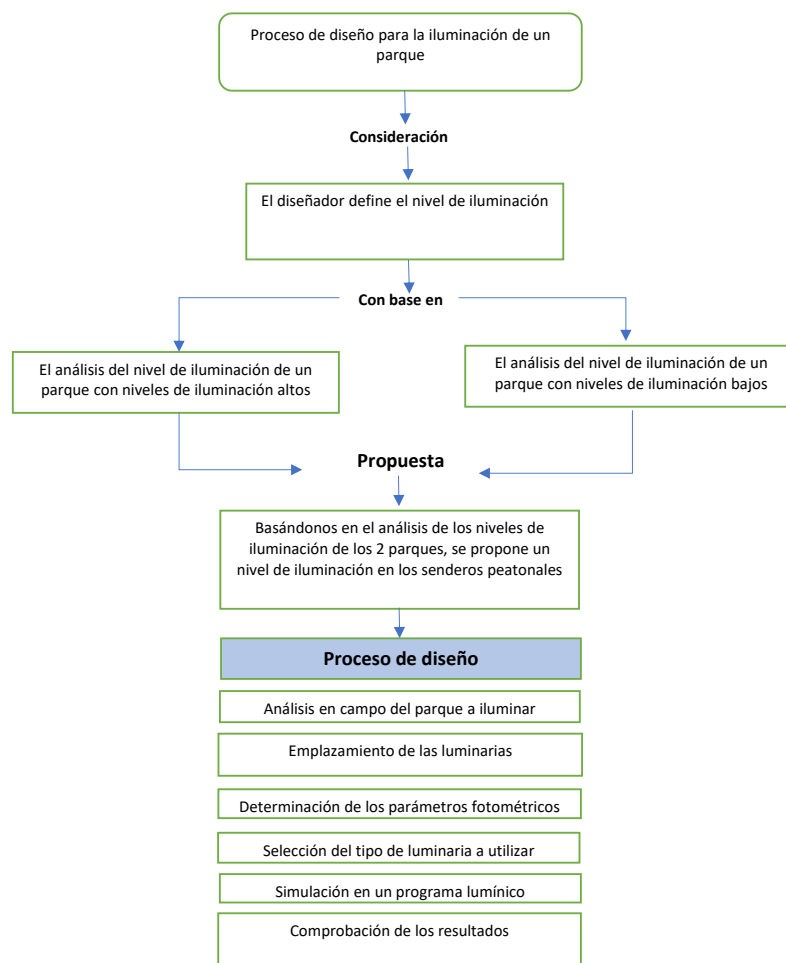


Figura 3.3: Mapa de procesos

Fuente[Propia]

Para el análisis se toma como referencia un parque del cantón Azogues y un parque del cantón Paute, mediante la comparación de los niveles de iluminación de estos 2 parques, se determinara el nivel de iluminación adecuado para los senderos peatonales.

3.8. Análisis del nivel de iluminación del parque el trabajo del cantón Azogues

Mediante una visita nocturna al parque el trabajo del cantón Azogues, se verifica que el nivel de iluminación en el sendero peatonal. Véase la figura 3.4



Figura 3.4: Parque el trabajo Azogues

Fuente[Propia]

3.8.1. Niveles de iluminación obtenidos

La tabla 3.3 presenta los niveles de iluminación obtenidos mediante las mediciones realizadas en campo.

Tabla 3.3: Valores obtenidos mediante la medición en campo

Sendero Peatonal	Valores medidos
Iluminancia (lux)	60,60

3.9. Análisis del nivel de iluminación del parque infantil del cantón Paute

Mediante una visita nocturna al parque infantil del cantón Paute, se verifica que el nivel de iluminación en el sendero peatonal. Véase la figura 3.5



Figura 3.5: Parque el trabajo Azogues

Fuente[Propia]

3.9.1. Niveles de iluminación obtenidos

La tabla 3.4 presenta los niveles de iluminación obtenidos mediante las mediciones realizadas en campo.

Tabla 3.4: Valores obtenidos mediante la medición en campo

Sendero Peatonal	Valores medidos
Iluminancia (lux)	16,03

3.10. Propuesta

Con la revisión de los resultados obtenidos en las tablas 3.3 y 3.4, se determina que los valores de iluminancia en los senderos de un parque sean de por lo menos 20 a 40 luxes, concordando con lo exigido por la empresa eléctrica Centro Sur de la ciudad de Cuenca. Recordar que un sistema de iluminación de alumbrado público, además de resaltar la belleza del lugar, deberá proporcionar seguridad a las personas que circulan zona.

Capítulo 4

APLICACIÓN Y RESULTADOS

4.1. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UNA VÍA PÚBLICA

Se ejecuta el diseño lumínico vial, aplicando las consideraciones planteadas en los capítulos anteriores. Se toma como referencia una vía del cantón Azogues, la misma que lleva por nombre AV. 16 de abril. Véase la figura 4.1



Figura 4.1: Vía utilizada para el proceso de iluminación

Fuente[Propio]

4.2. Proceso de diseño

Al ser un alumbrado público de tipo general, deberá respetar estrictamente los parámetros fotométricos establecidos por normativa. El diseño se realiza haciendo uso de las consideraciones que fueron planteadas en el capítulo 4.

Recordar que para validar el diseño se considera realizar las mediciones en campo de una vía, que cumpla las mismas características en relación con la vía que se está utilizando para el diseño. Con ello se podrá decir que, si se coloca una luminaria con un cierto valor de potencia, altura de montaje, distancia de separación, cumplirá los parámetros fotométricos establecidos por regulación.

4.2.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora

El diseñador al ponerse en contacto con la empresa eléctrica distribuidora y mediante la información brindada por la misma, se determina que la vía en análisis (16 de abril), presenta consideraciones que requieren la implementación de un diseño lumínico vial de tipo general. Debido al encontrarse en la parte urbana del cantón Azogues, presentando alta fluidez vehicular en el transcurso del día y parte de la noche. Además, la vía contiene un gran número de viviendas de uso residencial y comercial en todo el trayecto longitudinal.

4.2.2. Necesidad del alumbrado público

La vía al ser una zona de uso comercial y residencial deberá presentar niveles de iluminación eficientes, ya que presenta circulación vehicular y peatonal durante todo el transcurso del día y la noche, por ende mediante un buen sistema de iluminación se podrá evitar accidentes vehiculares y robos a los ciudadanos.

4.2.3. Análisis en campo de la vía a iluminar

Al realizar el análisis en campo de la vía a iluminar, se determina que presenta una circulación vehicular en doble sentido, con dos carriles a cada lado de la vía, parter centra y veredas en cada extremo para la circulación peatonal, las dimensiones de cada uno de los elementos que conforman la vía se presentan a continuación:

- Ancho de la vía: 7.35 m, a cada lado.
- Separados o parter: 1,50 m.
- Vereda: 1.50 m, a cada lado.
- La vía presenta una composición asfáltica, con tamaño de grava por encima de los 10 mm, con textura rugosa.
- La vía utilizada para el diseño de iluminación, contiene las líneas de distribución para el suministro de energía a cada vivienda, las mismas que cumplen el 1.7 m de seguridad (horizontal) con respecto a las edificaciones.

4.2.4. Enmarcar en una clasificación normalizada

Para determinar la enmarcación de la vía se hace uso de los criterios establecidos en los puntos anteriores y la regulación 006/20 ubicada en la sección anexo.

- La vía en análisis se clasificaría en un tipo M2 y M3.
- La característica de la superficie de la vía será R3.
- La disposición para la circulación vehicular es de ida y vuelta, con parter centran de separación.
- Los niveles de iluminación en las aceras será de tipo P1.

4.2.5. Emplazamiento de las luminarias en la vía

En este punto ya determinado el análisis en campo y la enmarcación en una clasificación normalizada, se procede llevar a cabo lo que respecta al emplazamiento de las luminarias en la

vía, esto se realiza con el uso de la homologación, misma que se encuentra ubicada en la sección anexo.

Esta homologación presenta la colación para lámparas de sodio de alta presión doble nivel de potencia 250 W y al revisar la tabla 4.18, propone que para un tipo de vía con clasificación (M3, M5), que a su vez presenta características idénticas a la vía que se está analizando, el trazado de la instalación sería la siguiente, véase la tabla 4.1

Tabla 4.1: Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 250 W,DNP [26]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Características del sistema de iluminación	
Instalación de luminarias en disposición bilateral pareada	
Factor de mantenimiento	0,89
Altura de montaje	11 a 12 metros
Interdistancia	35 a 40 metros
Longitud del brazo	<= 1.5 metros
Ángulo de inclinación	<= 15°
La distancia considerada para la ubicación del poste será 0.35 metros desde el borde de la calzada al eje del poste	
La posición tanto vertical como horizontal para el reglaje la determinará el oferente	

4.2.6. Determinación de los parámetros fotométricos

Al revisar la sección anexo, las tablas 4.20 y 4.22, muestran los parámetros fotométricos que debería cumplir el sistema de iluminación vial, véase la tabla 4.2, 4.3

Parámetros fotométricos a potencia nominal:

Tabla 4.2: Datos de los parámetros fotométricos para LVS 250 W doble nivel de potencia [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCONEL 006/20)	
Luminancia media	Lm >= 1.5 Cd/m ²
Uniformidad general	Uo >= 40 %
Uniformidad longitudinal	Ul >= 70 %
Incremento de umbral	Ti <= 10
Relación de alrededores	SR >= 0.5

Parámetros fotométricos a potencia reducida:

Tabla 4.3: Datos de la potencia reducida para LVS 250 W doble nivel de potencia [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Potencia reducida	
Luminancia media	$L_m \geq 1 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_o \geq 40 \%$
Uniformidad longitudinal	$U_l \geq 60 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 15$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Con estos criterios ya establecidos se procede a analizar las siguientes consideraciones necesarias para efectuar el diseño de la vía pública.

4.2.7. Selección de la luminaria a utilizar

Para este diseño se ha seleccionado una lámpara de la marca NIKKON 250 W, sodio de alta presión modelo S419-250-SO250. Véase la figura 4.2, donde se presenta el modelo de la lámpara y su curva fotométrica.



Figura 4.2: Curva fotométrica de la lámpara NIKKON S419-250-SO250

Fuente[Catálogo lámpara NIKKON]

Al revisar el catálogo de la lámpara seleccionada, se aprecia que cumple las consideraciones que se planteó para su elección en el capítulo 1, En la sección anexo se coloca el catálogo para mayor detalle.

4.2.8. Disposición para la colocación de las luminarias

Mediante la revisión en la sección anexo, en la tabla 4.17, para lámparas de sodio de 250 W doble nivel de potencia, la consideración para la colocación de las luminarias, será en disposición bilateral pareada. En caso de requerir mayor información sobre este tipo de disposición se pide revisar el reglamento RTE INEN 069.

4.2.9. Simulación en un programa lumínico

Mediante la determinación de los parámetros fotométricos y las consideraciones para la colocación de los puntos de luz que deberá cumplir la vía, se presenta a continuación el diseño lumínico en el software DIALux Evo, Véase la figura 4.3

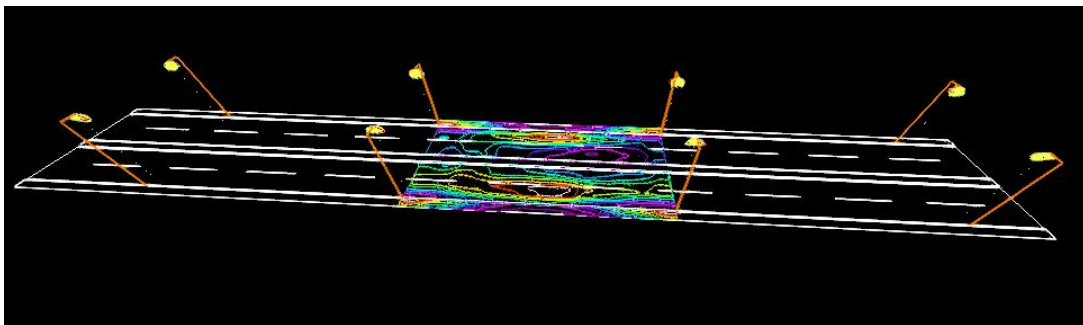


Figura 4.3: Simulación de la vía en DIALux

Fuente[Propio]

4.2.10. Resultados de la simulación en DIALux

La figura 4.4, presenta un resumen de los valores obtenidos mediante la simulación en el Software DIALux Evo, en relación con los parámetros determinados en los literales anteriores de este capítulo 4.

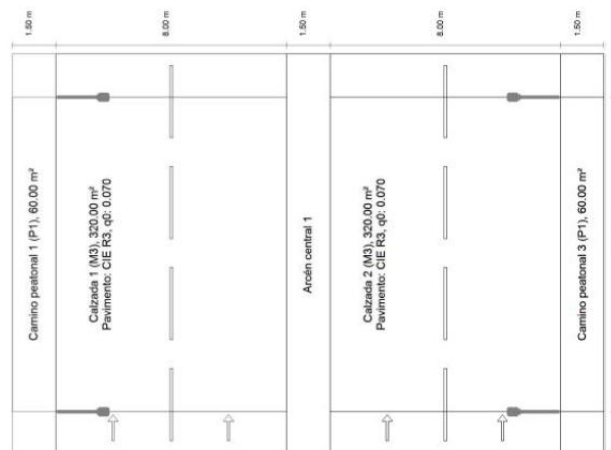


Figura 4.4: Simulación de la vía en DIALux

Fuente[Propio]

La figura 4.5, da a conocer un resumen de las características perteneciente a la lámpara NIKKON S419-250-SO250, empleada para el diseño lumínico.

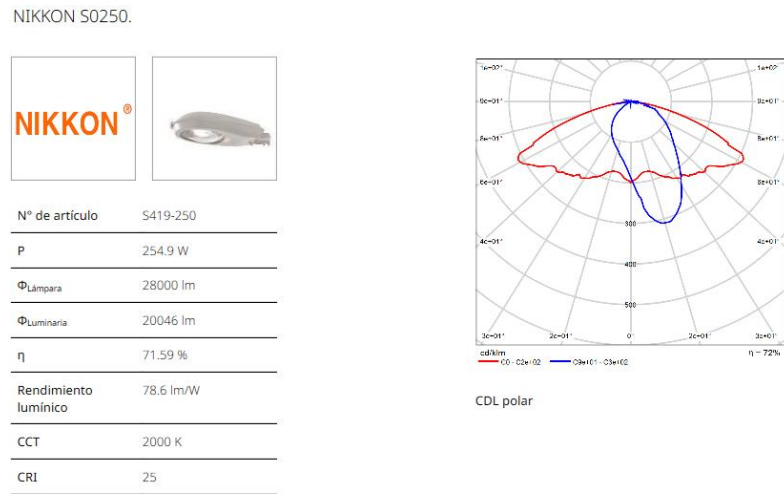


Figura 4.5: Resumen de las características de la lámpara NIKKON S419-250-SO250

Fuente[Propio]

La figura 4.6, presenta las características del trazado de la instalación, altura de montaje, distancia de separación, longitud del brazo, en el software DIALux Evo, las mismas que deberán coincidir con lo establecido en la tabla 4.1



Figura 4.6: Características del trazado de la instalación

Fuente[Propio]

La figura 4.7, presenta los valores de luminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de alrededores, los mismos que deben coincidir con los valores planteados en la tabla 4.2

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P1)	$E_m^{(2)}$	20.53 lx	[20.00 - 30.00] lx	✓
	E_{min}	14.71 lx	≥ 3.00 lx	✓
Calzada 1 (M3)	L_m	1.85 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.72	≥ 0.40	✓
	U_l	0.77	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_E	0.63	≥ 0.30	✓
Calzada 2 (M3)	L_m	1.85 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.72	≥ 0.40	✓
	U_l	0.77	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_E	0.63	≥ 0.30	✓
Camino peatonal 3 (P1)	E_m	20.53 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	14.71 lx	≥ 3.00 lx	✓

Figura 4.7: Valores fotométricos obtenidos mediante la simulación

Fuente[Propio]

4.2.11. Comprobación de los resultados simulados, determinados por regulación y medidos

Al observar la tabla 4.4 y tabla 4.5, se aprecia los valores fotométricos establecidos por regulación (tabla 4.2), valores obtenidos por simulación (figura 4.7) y los valores obtenidos mediante las mediciones efectuadas en campo, hacia la vía 16 de abril de cantón Azogues.

Resultados en el camino peatonal:

Tabla 4.4: Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para camino peatonal

Camino Peatonal	Valores Regulación	Valores Simulados	Valores medidos
Iluminancia (lux)	20	20.53	22.69

Resultados en la calzada: PN: Potencia nominal PR: Potencia reducida

Tabla 4.5: Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para calzada

Calzada	Valores Regulación	Valores Simulados	Valores Medidos (PN)	Valores Medidos (PR)
Iluminancia (lux)	30	35,5	32.63	21,22
Uniformidad (U_o %)	≥ 40	72	77	67
Uniformidad (U_l %)	≥ 70	77	52	47

Finalmente, se puede apreciar que los resultados cumplen lo requerido para la iluminación de la vía. Cabe mencionar que el valor de uniformidad longitudinal en la vía mediante el proceso de medición en campo no cumple, pero esto es debido a que se tomó una vía que ya presenta años de funcionamiento.

Mediante esto, se concluye que, si se sigue los pasos planteados en los capítulos anteriores y se aplica bien el uso de la regulación y homologación, se obtiene un sistema de iluminación cumpliendo los parámetros fotométricos requeridos.

Nota: Lo aceptable al momento de presentar un diseño lumínico ya seas de vías, canchas, parques o cualquier otro lugar que requiera iluminación. Lo adecuado para el diseño será que, la luminaria a usar en los diseños sea la misma que se instale en campo. Pero esta consideración mayormente no se cumple debido a que las luminarias que se instalan son mucho más económicas en referencia a la utilizada para el diseño.

Varias Empresas Distribuidoras aceptan que los diseños se realicen con lámparas con características similares a las que se instalaran en campo, para que los niveles de iluminación al momento de medir no tengan un margen de error demasiado grande.

A futuro el uso de lámparas de sodio se irá empleando con menor frecuencia, debido a que las Empresas Eléctricas Distribuidoras, comenzaran a emplear lámparas LED. Estas lámparas presentan mejores datos fotométricos, grandes ahorros de energía y pueden ser instaladas utilizando energía renovable.

Al final del documento en la sección anexo se presenta los resultados a mayor detalle de las mediciones realizadas en campo.

4.3. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UN ESCENARIO DEPORTIVO

Se realiza el diseño de iluminación a una cancha deportiva de uso recreativo, aplicando las consideraciones planteadas en el mapa de procesos de la figura 3.2 y las consideraciones planteadas en el literal 3.6. Para el análisis se toma como referencia una cancha (que se encuentra ubicada en la plaza Bolívar) del cantón Azogues. Véase la figura 4.8

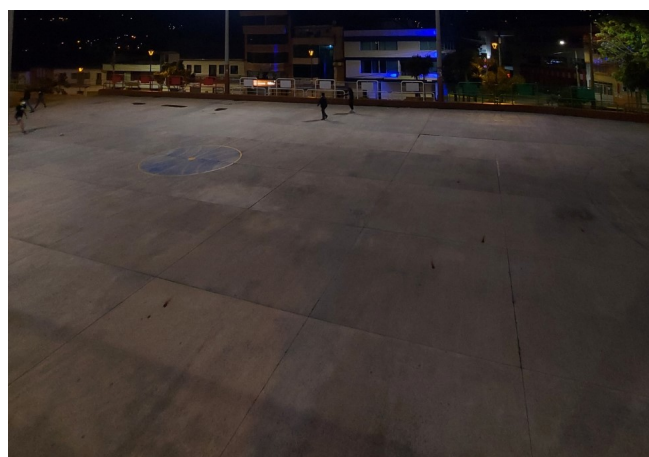


Figura 4.8: Cancha utilizada para el proceso de diseño

Fuente[Propia]

4.4. Proceso de diseño

Al ser un diseño de iluminación a una cancha deportiva de uso recreativo, se toma en consideración los niveles de iluminación y uniformidad establecidos por normativa. Revisar tabla 3.1

Recordar que para validar el diseño se considera realizar las mediciones en una cancha de uso recreativo, que cumpla las mismas características en relación con la cancha que se está utilizando para el diseño. Con ello se podrá decir que si se coloca una luminaria con un cierto valor de potencia, altura de montaje, distancia de separación, cumplirá los parámetros fotométricos establecidos por regulación.

4.4.1. Coordinación con la empresa eléctrica distribuidora y el Gobierno autónomo descentralizado

Mediante las consideraciones proporcionadas por la municipalidad y la empresa eléctrica distribuidora, se determina que la cancha a iluminar se encuentra ubicada en la parte urbana del cantón, por lo cual deberá presentar niveles de iluminación eficiente, los mismos que se obtienen utilizando la normativa. Tomar en consideración que un sistema de iluminación no solo se emplea para iluminar ya sea una vía, cancha o parque, si no proporciona seguridad a las personas que transita por el lugar.

4.4.2. Programa de necesidad para el alumbrado

Al ser un diseño lumínico empleado en la zona urbana del cantón, deberá proporcionar a jugadores, árbitros, espectadores, un nivel de iluminación que evite el producir deslumbramientos, que puedan ocasionar perturbación a los jugadores en todas partes de la cancha e impidiendo a los espectadores el poder visualizar el juego.

4.4.3. Análisis en campo de la cancha a iluminar

La cancha empleada para realizar el análisis presenta las siguientes dimensiones:

- En sentido transversal(ancho) = 22 m
- En sentido longitudinal (largo) = 37 m

4.4.4. Emplazamiento de las luminarias en la cancha

Propuesta para la distribución de los puntos de luz en la cancha.

- Atura de montaje: 14 m
- Disposición de las luminarias: Sistema lateral, 2 postes en cada lado de la cancha.
- Interdistancia entre postes: 17 m
- Separación desde el filo de la cancha al pie del poste: 1 m

4.4.5. Determinación de los parámetros fotométricos

En el capítulo 3, tabla 3.1, se presentó los parámetros fotométricos a cumplir en un escenario deportivo de uso recreativo, los mismos que se presentan a continuación.

Iluminancia promedio mínimo (luxes): 50

Uniformidad general $U_0 \geq 40 \%$

4.4.6. Selección del tipo de luminaria a utilizar

Para este diseño se tomó un reflector de la marca SYLVANIA, modelo SYFLOOD 2 HST-TXT 250 W. la misma que presenta sus características en la siguiente figura 4.9

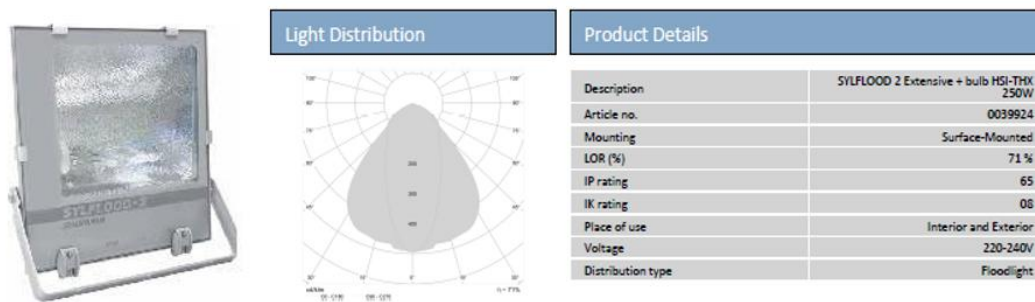


Figura 4.9: Proyector utilizado para el diseño

Fuente[Propia]

Este reflector presenta características favorables para el uso en escenarios exteriores. En la sección anexo se coloca el catálogo para mayor detalle.

4.4.7. Simulación en un programa lumínico

Mediante la determinación de los parámetros fotométricos, que deberá cumplir la cancha, se presenta a continuación el diseño lumínico en el software DIALux 4.13, véase la figura 4.10

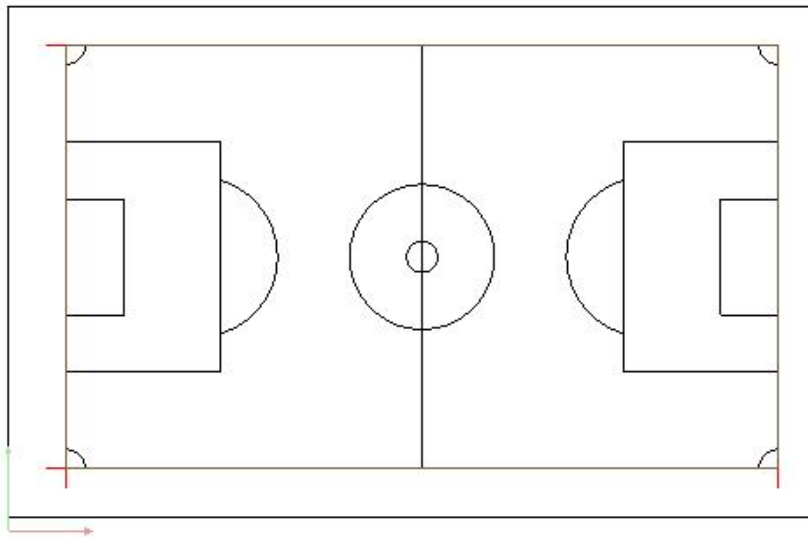


Figura 4.10: Simulación de la cancha en DIALux

Fuente[Propio]

4.4.8. Resumen de los parámetros obtenidos en DIALux 4.13

Se presenta un resumen de los valores obtenidos mediante la simulación en el Software DIALux 4.13, a base de los parámetros determinados en los literales anteriores de este capítulo 4. Véase la figura 4.11, que indica la dimensión de la cancha, de forma horizontal.

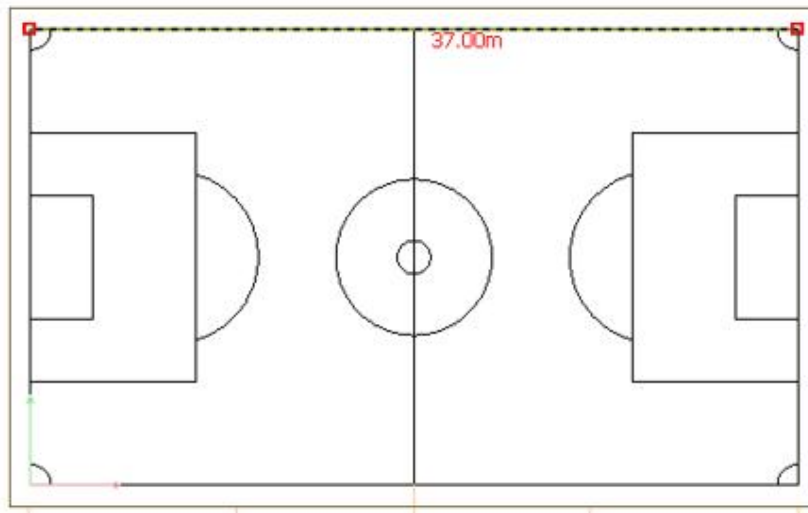


Figura 4.11: Dimensión del largo de la cancha en DIALux 4.13

Fuente[Propia]

La figura 4.12, indica la dimensión de la cancha, de forma vertical.

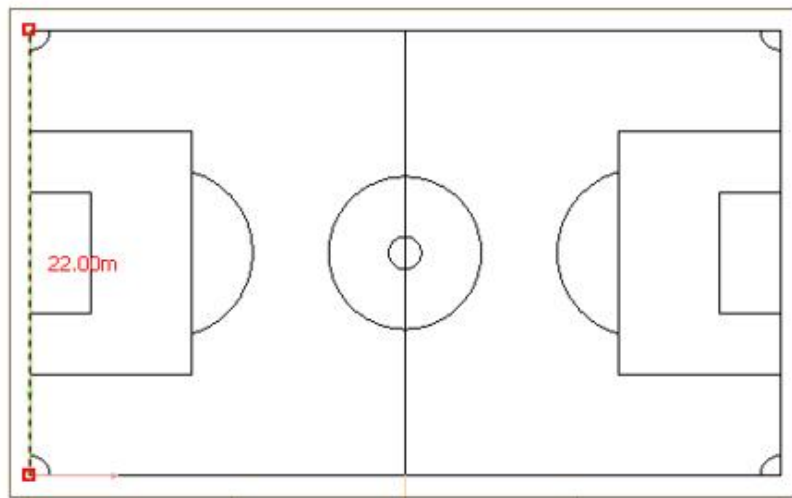


Figura 4.12: Dimensión del ancho de la cancha en DIALux 4.13

Fuente[Propia]

La figura 4.13, presenta la separación del filo de la cancha con respecto al pie del poste.

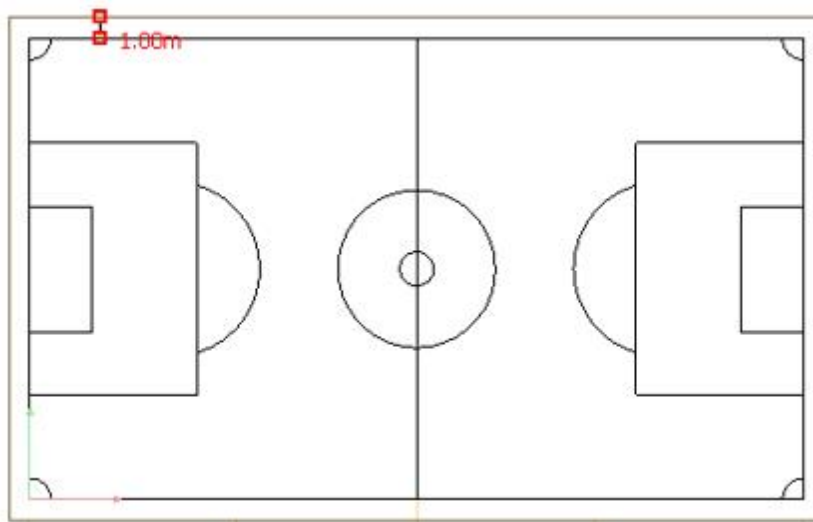


Figura 4.13: Separación del filo de la cancha con respecto al pie del poste en DIALux 4.13

Fuente[Propia]

La figura 4.14, presenta la distancia de separación que habrá entre los postes, que a su vez estarán ubicados en la parte lateral de la cancha.



Figura 4.14: Separación de los postes en DIALux evo

Fuente[Propia]

La figura 4.15, presenta la colocación de los reflectores y si se aprecia en la parte inferior se observa como se va calibrando los valores de iluminancia y uniformidad.

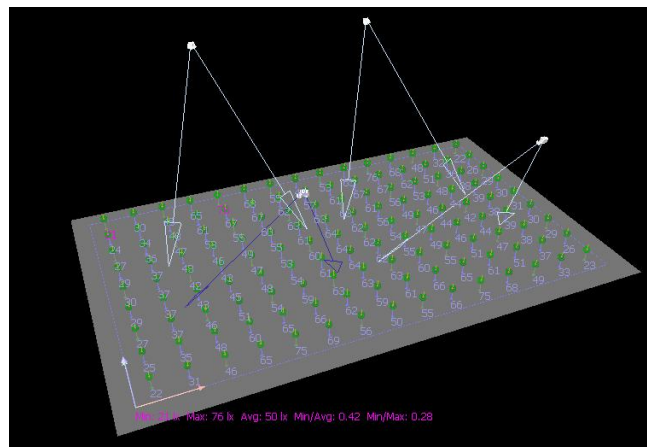


Figura 4.15: Distribución de los puntos de luz y niveles de iluminancia y uniformidad

Fuente[Propia]

En la figura 4.16, se presenta la gama de grises que a su vez, sí observamos a detalle en la parte inferior, se podrá apreciar el nivel de iluminancia y uniformidad que habrá sobre la cancha

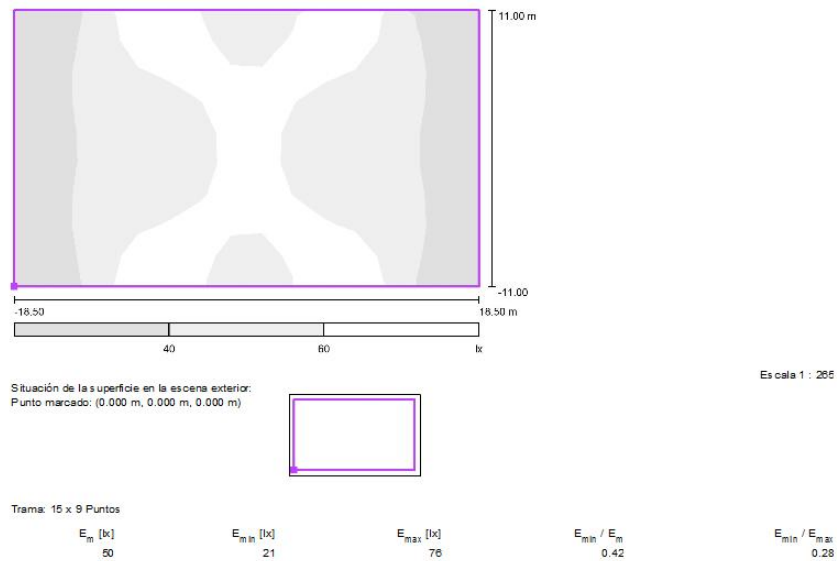


Figura 4.16: Representación de grises
Fuente[Propia]

Finalmente, la figura 4.17, presenta los valores de iluminancia y uniformidad obtenidos mediante la simulación en el software DIALux 4.13.

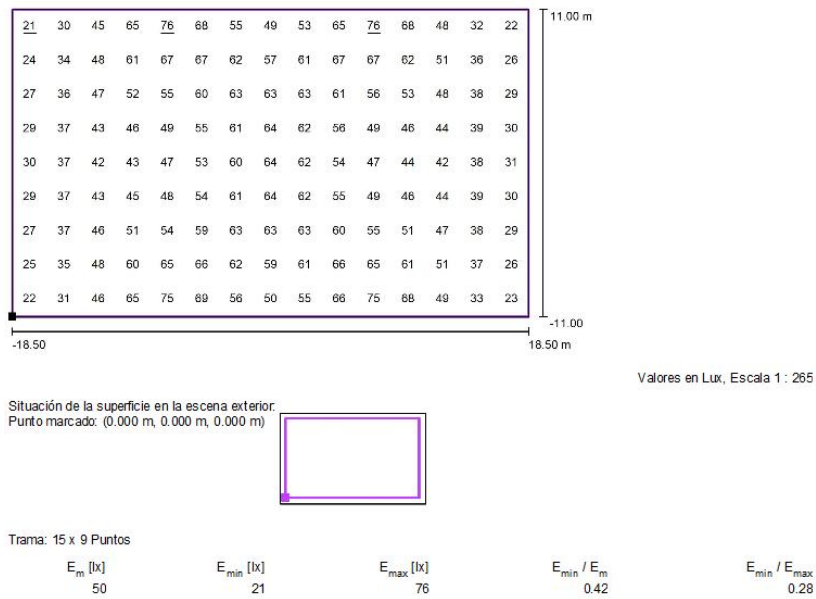


Figura 4.17: Niveles de iluminancia y uniformidad obtenidos del diseño
Fuente[Propia]

4.4.9. Comprobación de los resultados determinados por regulación, simulados y medidos

Al observar la tabla 4.6, se aprecia los valores fotométricos establecidos por regulación (tabla 3.1), valores obtenidos por simulación (figura 4.17) y los valores obtenidos mediante las mediciones efectuadas en campo, en la cancha ubicada en la plaza Bolívar del cantón Azogues.

Tabla 4.6: Valores obtenidos mediante simulación, regulación, medidos, para una cancha

Cancha Deportiva	Valores Regulación	Valores Simulados	Valores medidos
Iluminancia (lux)	50	50	55,64
Uniformidad U_o (%)	≥ 40	42	54

Al realizar el diseño de iluminación con base a las consideraciones planteadas en el capítulo 3, se determina que si seguimos los pasos se podrá obtener un sistema de iluminación cumpliendo las consideraciones fotométricas establecidas por regulación.

Al final del documento en la sección anexo se presenta los resultados a mayor detalle de las mediciones realizadas en campo.

4.5. DISEÑO DE ILUMINACIÓN A UN PARQUE

Se analiza un parque con sus respectivas medidas y se procede a realizar el diseño de iluminación (Parque el trabajo del cantón Azogues)

4.5.1. Análisis en campo del parque a iluminar

El parque en análisis presenta las siguientes dimensiones:

Ancho = 40 m

Largo = 48 m

Senderos peatonales de los extremos = 3 m

Senderos peatonales de los centros 7 y 2 m

4.5.2. Emplazamiento de las luminarias en el parque

Al revisar el catálogo de la lámpara a utilizar (Schröder Alura 38 W) especifica que su altura de montaje será desde los 3 hasta los 5 m, en nuestro caso para el diseño se dispone a una altura de 4 m. Se emplea postes empotrados en las áreas verdes del césped siguiendo la línea del sendero peatonal.

4.5.3. Parámetros fotométricos a cumplir

Se propone que el nivel de iluminancia en el sendero peatonal del parque sea el siguiente: Esto considerando la propuesta de iluminación realizada en el capítulo 3, literal 3.10

Iluminación en los senderos peatonales del parque = 30 lux

Cabe mencionar que estos niveles de iluminación no son estrictamente exigidos en un diseño lumínico hacia un parque. Debido a que los niveles de iluminación se basan en criterios estrictamente determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, pero en nuestro caso determinaremos el nivel de iluminación más adecuado para un parque, empleando el realizar diseño y mediciones y mediante esto dar un criterio de cuál sería el nivel de iluminación más adecuado.

4.5.4. Selección de la lámpara

Para la iluminación de zonas ornamentales se requiere luminarias con luz blanca que proporcione una buena reproducción cromática. Mediante este contraste emitido por la luz blanca, las personas obtienen una mejor visibilidad [49].

La lámpara a utilizar pertenece a la marca Schröder Alura 38 W. Aplica al uso en exteriores (IP 66) y (IK10) y al empleo en plazas y zonas peatonales, vías urbanas y residenciales, entre otros.

Dispone de un protector de policarbonato estriado, la lámpara ALURA LED crea un ambiente cálido mientras genera un significativo ahorro de energía, garantizando seguridad y bienestar en el espacio público del modo más sostenible.

Véase la figura 4.18, presenta las características de la lámpara empleada para el diseño.

SCHREDER ALURA LED 5068 24 XP-G3@500mA
WW 830 230V 01-37-043 Asymmetrical ALURA LED
N° de artículo: ALURA LED 5068 24 XP-G3@500mA
WW 830 230V 01-37-043 Asymmetrical
Flujo luminoso (Luminaria): 3010 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4960 lm
Potencia de las luminarias: 38.1 W
Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 16 46 79 92 61
Lámpara: 1 x 24 XP-G3@500mA WW 830 230V 01-37-043 [CJOIT3STDA], valid from 18/02/2020 (Factor de corrección 1.000).

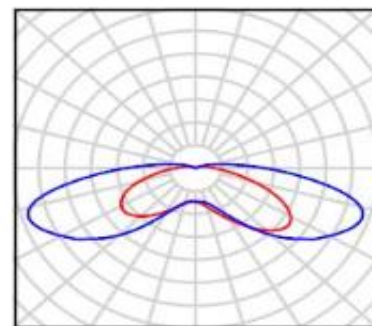


Figura 4.18: Características de la lámpara Schröder Alura 38 W

Fuente[Propia]

4.5.5. Simulación en un programa lumínico

Con la determinación de los parámetros fotométricos que deberá cumplir el parque, se presenta a continuación el diseño lumínico en el software DIALux. Véase la figura 4.19



Figura 4.19: Simulación del parque (el trabajo Azogues) en DIALux

Fuente[Propio]

4.5.6. Resultados de la simulación en DIALux 4.13

Se presenta un resumen de los valores obtenidos mediante la simulación, véase la figura 4.20 y 4.21, presentan las dimensiones del parque (ancho, largo).

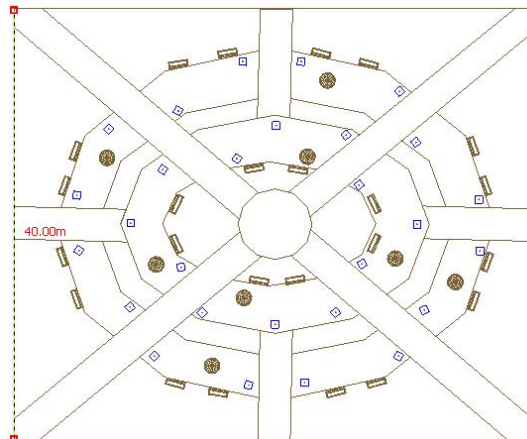


Figura 4.20: Dimensión del ancho del parque en DIALux 4.13

Fuente[Propia]

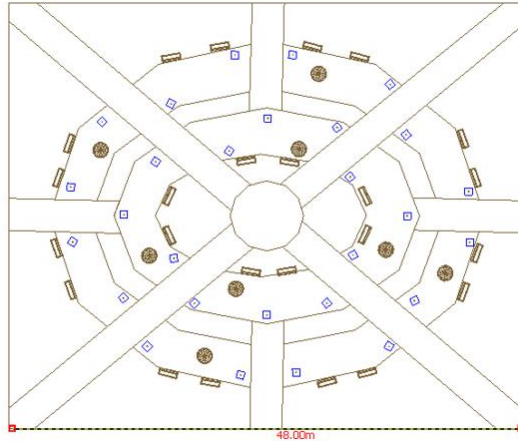


Figura 4.21: Dimensión del largo del parque en DIALux 4.13

Fuente[Propia]

La figura 4.22 presenta la representación de colores sobre el parque que a su vez, si se observa a detalle la tabla que se presenta en la parte izquierda, se aprecia el nivel de iluminación basándonos en los colores falsos.

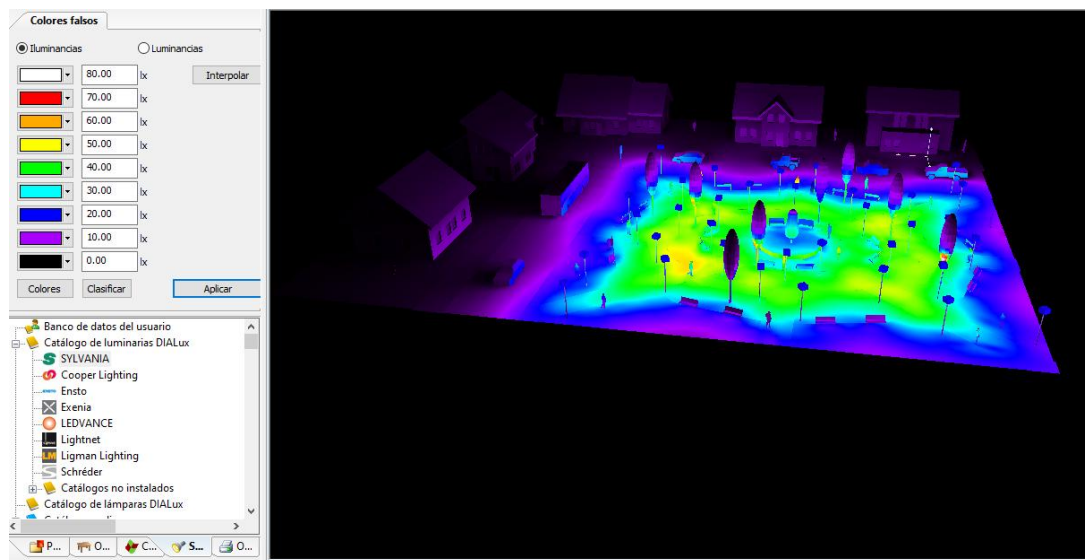
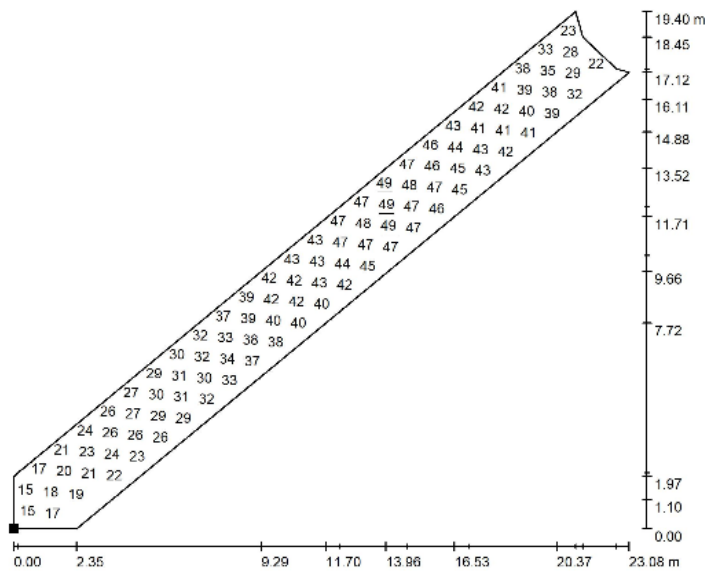


Figura 4.22: Nivel de iluminación en el parque mediante la representación de colores falsos

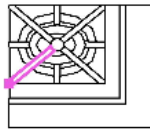
Fuente[Propia]

Nivel de iluminación en el sendero peatonal del parque, véase la figura 4.23



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.950 m, 11.800 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
35	14	49	0.391	0.282

Figura 4.23: Nivel de iluminación y uniformidad en el sendero peatonal del parque

Fuente[Propia]

4.5.7. Comprobación de los valores obtenidos mediante el diseño

Con el análisis realizado, se determina que el valor de iluminancia a obtener, para los senderos del parque, concuerdan con los valores simulados. Véase la tabla 4.7

Tabla 4.7: Valores obtenidos de iluminancia en el parque

E_m (lux)	Niveles de iluminancia a obtener	Nivel de iluminación obtenido
		30

4.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS DISEÑOS LUMÍNICOS REALIZADOS

El diseño de iluminación realizado en el capítulo 4, a la vía 16 de abril del cantón Azogues, dio como resultado que los valores medidos de iluminancia y uniformidad general, coinciden con los valores obtenidos mediante el diseño en el software DIALux evo, pero el valor de la uniformidad longitudinal no concuerda, esto es debido a que las mediciones no se realizaron en una vía con lámparas nuevas, sino con lámparas que estuvieron instaladas varios años atrás por ello, el nivel de iluminación no es el mismo debido a la depreciación del flujo luminoso y la falta de mantenimiento, esto ocasiona que los valores medidos y simulados de uniformidad longitudinal no sean los mismos. Pero a simple vista, la estructura y construcción del sistema de iluminación aplica las consideraciones puestas por la homologación y regulación vigente.

Mediante la propuesta presentada para el diseño del sistema de iluminación a un escenario deportivo recreativo realizado en el capítulo 4, dio resultado favorable tanto de iluminancia y uniformidad respecto a lo medido y simulado y así mismo si ejecutamos la propuesta presentada, se podrá obtener los valores lumínicos exigidos por la regulación ARCERNR 006/20. Cabe mencionar que un sistema de iluminación hacia estos escenarios depende estrictamente de las características del lugar, de esta manera podría variar las luminarias a emplear, la altura de montaje del reflector, la distribución de los puntos de luz, etc. En relación con lo estipulado en este diseño. Pero mayormente este tipo de escenarios muestran características constrictivas similares al diseño realizado en el capítulo 5, con esto se presenta una propuesta de diseño haciendo uso de la regulación vigente.

En el diseño lumínico realizado en el capítulo 3, se consideró determinar el nivel de iluminancia de 2 parques, esto para tener una referencia del nivel de iluminación que se requerirá, debido a que no existe una regulación u homologación que proporcionen el nivel de iluminación que exigen este tipo de escenario ornamental, de esta manera el parque el trabajo del cantón Azogues dio resultados de 60.60 luxes y el parque infantil del cantón Paute dio resultados de 16.03 luxes, con esto se determina que el primer parque está sobre iluminado, mientras que el segundo parque está con niveles de iluminación bajos, de esta manera en nuestro diseño se propone que el nivel de iluminación en los caminos peatonales de un parque vayan desde los 20 hasta los 40 luxes, con esto se podrá obtener un nivel de iluminación que proporcione a los ciudadanos transitar de forma segura.

En los diseños de iluminación de parques no se exige que presente un valor de uniformidad, esto debido al aspecto constructivo de cada parque, ya que no se puede emplazar luminarias en todo el trayecto del camino peatonal, debido a ser un lugar que adultos y niños emplean como zona de descanso y se está circulando de un lugar a otro

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, el desarrollo de esta guía proporcionará la incorporación de los elementos necesarios para el diseño de un buen sistema de iluminación. Mencionado el cómo debería actuar aquella persona que no es experta en un campo referente a iluminación pública, al momento de analizar o tomar en consideración los puntos necesarios para un buen sistema de iluminación.

Es necesario que cada uno de los diseños lumínicos proporcionen los niveles de iluminación adecuados para una correcta circulación vehicular y peatonal. Esto se logra mediante el cumplimiento de cada uno de los parámetros fotométricos que proporcionan las regulaciones y homologación diseñadas por los gobiernos para los sistemas de iluminación pública.

Para efectuar el cumplimiento de los parámetros fotométricos en los sistemas de iluminación, es necesario considerar las características y composición de la zona en análisis, mediante estas consideraciones el diseñador analizará la disposición de las lámparas, altura de montaje, distancia de separación entre los puntos de luz, ángulo de inclinación de la lámpara, etc. Cada uno de estos elementos al ser analizados por el diseñador, proporcionará el nivel de iluminación requerida para la zona en donde se efectuará el diseño.

En los diseños de iluminación es de suma importancia y que muchas de las veces los diseñadores no consideran, el análisis de las distancias de seguridad entre las redes eléctricas y las edificaciones. Al considerar este parámetro se podrá prevenir y reducir los riesgos de contacto y acercamiento de las personas con las redes colocadas para el sistema de iluminación o para la distribución de energía eléctrica hacia las viviendas, edificios, industrias etc.

Las empresas eléctricas distribuidoras requieren que los diseños de iluminación al momento de ser presentados cumplan los parámetros fotométricos establecidos por regulación, pero no exigen que los diseños contengan las mismas lámparas que serán colocadas en campo, pero sí que presenten características parecidas a las que normalmente se instalan, esto es un error grande que se debería corregir, puesto que como se observa en las diferentes vías, las lámparas no proporciona los mismos niveles de iluminación y uniformidad que se obtienen en el diseño.

La validación del proceso de iluminación se realizó mediante las mediciones realizadas en campo de lámparas con características similares a las utilizadas en el diseño. Dando como resultado valores idénticos de iluminancia y uniformidad. Esto permite determinar que si aplicamos la normativa y seguimos el proceso para el diseño, se obtendrá un sistema de iluminación cumpliendo los requerimientos para su validación.

La recomendación para efectuar diseños de iluminación en la red de alumbrado público, es el considerar las características de la vía, debido a que el nivel de iluminación que se utilizara

depende de las características que presente la misma, caso contrario no se podrá efectuar un sistema de iluminación bajo normativa, ya que podría resultar deficiente si se coloca un nivel de iluminación por debajo o por encima de lo requerido.

Como recomendación al sistema de alumbrado público en Ecuador, se le debería brindar un tipo de mantenimiento para que así las luminarias puedan operar durante todo su tiempo de vida, normalmente se aplica un tipo de mantenimiento instantáneo donde se ubica la falla y luego se corrige, esto podría ocasionar que el sistema se vuelva deficiente, debido a que si se corrige la falla en un grupo de luminarias que han estado operando ya varios años, los niveles de iluminancia y uniformidad en los tramos donde se realicen los cambios no serían los mismos, considerando esto se presentó en el capítulo 3, un método de mantenimiento a base de la cantidad de contaminantes suspendidos en el aire, proporcionado por la Norma Técnica Colombiana NTC 900.

Como recomendación, antes de comenzar a desarrollar un diseño de alumbrado público, el diseñador deberá poner en contacto con la empresa eléctrica distribuidora encargada de la zona. Esto permitirá determinar las condiciones y características que deberá presentar el diseño, ya sea en una vía, cancha o parque.

Como recomendación las empresas eléctricas deberían exigir a cada uno de los diseñadores, el realizar los diseños con las mismas lámparas que se van a instalar en campo. Puesto que el no hacer esto los sistemas de iluminación al instalarse carecen de proporcionar los niveles de iluminancia y uniformidad que se obtienen en el diseño.

Como recomendación al momento de realizar un diseño de iluminación en la vía se debe considerar que el nivel de iluminación que se le asigne no sea el mismo para las aceras, esto debido a que personas bajo efectos del alcohol o cualquier otra sustancia podrá confundir la acera con la vía y ocasionar un accidente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MERNR, “Plan Maestro de Electricidad,” p. 390, 2013-2022
- [2] A. Ulloa, and O. Calle “Metodología para la Evaluación de los Niveles de Iluminación Pública en Áreas Urbanas Aplicando Información Geográfica,” p. 96, 2022.
- [3] M. R. Gámez and H. A. M. Cedeño, “Falta de Alumbrado Público y su Repercusión en la Seguridad de los Habitantes del Sector San Felipe del Cantón Portoviejo,” vol. 3, no. 1, p. 5, 2018.
- [4] A. G. S. Orellana, “Proyecto de Desarrollo para la Creación de un Sistema de Iluminación Solar LED Orientado a Proyectos Viales en el Ecuador,” 2019.
- [5] H. Jin, S. Jin, L. Chen, S. Cen, and K. Yuan, “Research on the Lighting Performance of LED Street Lights With Different Color Temperatures,” *IEEE Photonics J.*, vol. 7, no. 6, pp. 1–9, 2015, doi: 10.1109/JPHOT.2015.2497578.
- [6] N. C. Guerra, “Impacto del Diseño de la Iluminación Artificial en la Persepción de Parques y Jardines,” 2018.
- [7] L. A. Á. Franco and J. G. R. Robayo, “Diseño de Iluminación del Campo Infantil de Béisbol de la Unidad Deportiva el Salitre,” 2019.
- [8] H. J. Martínez, “Procedimiento para diseñar un sistema de iluminación vial basado en normativa nacional y extranjera . Caso aplicativo. Avenida Vice-Piura “ 2020.
- [9] R. Corvalán, N. Sanabria, E. Ferrari, V. Titiosky, A. Amarilla, A. Cuevas, V. Sabaj and H. Fleitas, “Aplicación de Criterios de optimización energética y seguridad en la iluminación y confort, en calles y avenidas,” vol. , p. 8, 2019.
- [10] ARCONEL, “El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad - ARCONEL,” 2020. .
- [11] SENA, “Principios de Iluminación,” 1986, p. 53.
- [12] P. Á. B. Espinosa, “ILUMINACIÓN Tercer Curso, Grado en Ingeniería Eléctrica.” p. 167, 2016.
- [13] E. M. C. Paola, P. M. C. Ricardo, R. R. J. Marcela, and R. L. Eduardo, “Relación Costo Beneficio de un Proyecto para el Cambio de Iluminación Tradicional Fluorescente a Iluminación Led en Oficinas Tipo 2 del Banco Caja Social,” 2017.
- [14] F. L. P. Álvarez and L. F. P. Carrillo, “Modelo de Gestión de Pasivos Ambientales de Lámparas de Sodio y Mercurio en la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y focos ahorradores,” 2012.
- [15] M. R. Gámez and H. A. M. Cedeño, “Falta de Alumbrado Público y su Repercusión en la Seguridad de los Habitantes del Sector San Felipe del Cantón Portoviejo,” vol. 3, no. 1, p. 34, 2018.
- [16] P. T. Z. Karina, “Respuesta del Cultivo de *Gypsophila* var. *Xlence*, al uso de Luces Led y Sodio en mezcla con Ácido Giberélico,” 2020.
- [17] I. Energy, *Guía Técnica de Iluminación Eficiente, Sector Residencial y Terciario*. 2006.
- [18] M. P. C. Guaman and N. C. P. Murillo, “Diseño de Iluminación con Luminarias Tipo LED Basado en el Concepto Eficiencia Energética y Confort Visual, Implementación de Estructura para Pruebas.,” 2015.
- [19] Austrian Energy Agency, “Iluminación LED Exterior en el Sector de Servicios Públicos y Privados,” p. 54, 2018.
- [20] IEC, “Grados de Protección Proporcionados por envolturas (Código IP),” vol. 2.1, p. 47, 2001.
- [21] C. IEC, “Grados de Protección Proporcionados por las Envolturas de Materiales contra los Impactos Mecánicos externos (Código IK),” *Espol*, p. 12, 2002.

- [22] INEN, “Código de Práctica para Alumbrado Público,” 1987, p. 113.
- [23] D. Milano, *Iluminación Externa*. España, 1979.
- [24] MEER, “Catálogo Digital Redes de Distribución de Energía Eléctrica,” 2020. .
- [25] P. Javier, S. Martinez, R. González, and O. Pedraza, *Manual de Alumbrado Público*. 2017.
- [26] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana NTC 900.” p. 146, 2011.
- [27] ARCONEL, “Franjas de Servidumbre en Líneas del Servicio de Energía Eléctrica y Distancias de Seguridad ntre las Redes Eléctricas y Edificaciones.” p. 14, 2010.
- [28] H. M. Torres, “Alumbrado Público Exterior, Guía Didáctica para el Buen uso de la Energía,” *Alumbrado Público Exter.*, p. 28, 2007
- [29] Ministerio de Trabajo Empleo y Previsión Social, “Norma de Condiciones Mínimas de Niveles de Iluminación en los Lugares de Trabajo, NTS-001/17-Iluminación,” p. 9, 2017.
- [30] D. Santiago and N. Maximiliano, “Alimentación Eléctrica y Alumbrado Público con Energía Renovable y Eficiencia Energética de un Conjunto Habitacionales de 530 Viviendas Unifamiliares,” p. 193, 2019.
- [31] M. de I. y Productividad, “Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 ‘Alumbrado Público,’” 2013. .
- [33] C. Miranda, “Iluminación de Instalación Deportiva.”
<https://es.scribd.com/document/269774067/Condiciones-Iluminacion-de-Instalacion-Deportiva>.
- [34] M. D. M. Y. ENERGÍA, *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP*. 2010.

ANEXO

Catálogo digital de redes de distribución de energía eléctrica

Este catálogo se emplea para determinar el diseño de un sistema de iluminación vial basándose en las características que presente la vía. Es un catálogo homologado y usado por las empresas eléctricas distribuidoras para el diseño de sistemas de iluminación vial, junto a la normativa AR-CERNR 006/20 presentada en el capítulo 4. Desde la tabla 7.5 hasta la tabla 7.28, muestra las características necesarias, para la colocación de iluminación, considerando las características de la vía.

Acrónimo:

LVS = Lámpara de vapor de sodio, DNP = Doble nivel de potencia

Luminarias de vapor de Sodio de alta presión 100 W - Carcasa Aluminio

Características del tipo de vía para LVS de de alta presión 100 W

Tabla 4.8: Datos del tipo de vía para LVS 100 W [28]

<i>Luminaria de vapor de sodio de 100 W (Carcasa de aluminio)</i>
Tipo de vía
Se emplea en vías de clase M4 y M5

Características de las condiciones de la vía para LVS de alta presión de 100 W

Tabla 4.9: Características de las condiciones de la vía para LVS 100 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 100 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Condiciones de la vía	
Calzada vehicular	La vía debe tener un ancho de 7 metros
	Estar conformada por dos carriles de 3.5 metros cada uno
	Aceras de 1 metro a cada lado de la vía
	Recubierta por un tipo de pavimento R3
	Con coeficiente de luminancia media Qo de 0,07

Características del sistema de iluminación para LVS de alta presión de 100 W

Tabla 4.10: Características del sistema de iluminación para LVS 100 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 100 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Características del sistema de iluminación	
Instalación de luminarias en disposición unilateral	
Factor de mantenimiento	0.89
Altura de montaje	8 a 8.5 metros
Interdistancia	35 a 40 metros
Longitud de bazo	≤ 1.5 metros
Ángulo de inclinación	≤ 15 grados
La distancia considerada para la ubicación del poste será 0.35 metros desde el borde de la calzada al eje del poste	

Características de los parámetros fotométricos para LVS de alta presión de 100 W

Tabla 4.11: Características de los parámetros fotométricos para LVS 100 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 100 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNNR 006/20)	
Luminancia media	$L_m \geq 0.75 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_o \geq 40\%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 15$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Luminarias de vapor de Sodio 150 W - Carcasa Aluminio

Características de la vía para LVS de alta presión 150 W

Tabla 4.12: Datos del tipo de vía para LVS 150 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 150 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Se emplea en vías de clase M3	

Características del sistema de iluminación para LVS de alta presión 150 W

Tabla 4.13: Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 150 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 150 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Características del sistema de iluminación	
Instalación de luminarias en disposición unilateral	
Factor de mantenimiento	0.89
Altura de montaje	8 a 8.5 metros
Interdistancia	35 a 40 metros
Longitud del brazo	≤ 1.5 metros
Ángulo de inclinación	$\leq 15^\circ$
La distancia considerada para la ubicación del poste será 0.35 metros desde el borde de la calzada al eje del poste	
Para luminarias de doble nivel de potencia la posición tanto vertical como horizontal para el reglaje la determina el oferente	

Condiciones de la vía para LVS de alta presión 150 W

Tabla 4.14: Datos de las condiciones de la vía para LVS 150 W[28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 150 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Condiciones de la vía	
Calzada vehicular	La vía debe tener un ancho de 8 metros
	Estar conformada por dos carriles de 4 metros cada uno
	Aceras de 1.5 metros a cada lado de la vía
	Recubierto por un tipo de pavimento R3
	Con coeficiente de luminancia Q_0 de 0,07

Parámetros fotométricos para LVS de alta presión 150 W

Tabla 4.15: Datos de los parámetros fotométricos para LVS 150 W [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 150 W (Carcasa de aluminio)</i>	
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNNR 006/20)	
Luminancia media	$L_m \geq 1 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_0 \geq 40\%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 15$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Luminaria con LVS de alta presión 150 W,DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa Aluminio)

Al ser una lámpara de doble nivel de potencia incluye los parámetros fotométricos al cual deberían funcionar al momento de no estar al cien por ciento lo cual se le conoce como potencia reducida y se presenta en la siguiente tabla 7.13.

Característica de la potencia reducida para las LVS de alta presión 150 W, DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.16: Datos de la potencia reducida para LVS 150 W, DNP [28]

<i>Luminarias de vapor de sodio de 150 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Potencia reducida	
Luminancia media	$L_m \geq 0.5 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_o \geq 35 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 15$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Definición

La aplicación para lámparas de doble nivel de potencia están destinadas a la instalación de alumbrado, debido a que en determinadas horas de su funcionamiento, su nivel de potencia pueda ser reducida o más bien pueda reducirse el nivel de iluminación. Siempre y cuando no ocasione una disminución importante de la visibilidad. Este tipo de funcionamiento proporciona un ahorro de energía considerable, encontrándose entre el 37 y 40 % [36].

Su funcionamiento está en la utilización de balastos especiales de doble nivel de potencia, que suministran inicialmente los valores nominales de potencia a la lámpara. Obteniendo el valor máximo de flujo así la misma, denominado nivel máximo de potencia [36].

A la hora que se programe en el temporizador electrónico un relé incluido en el circuito temporizador conmuta la entrada de corriente, pasándola a una bobina de mayor impedancia. A si reduce con esto la corriente en la lámpara y en consecuencia la potencia y el flujo emitido por la misma, se obtiene de esta manera el denominado Nivel Reducido de potencia [36].

Véase la figura 7.10, en donde se presenta el funcionamiento de forma gráfica de los equipos de doble nivel de potencia

Representación gráfica del funcionamiento de equipos de doble nivel de potencia

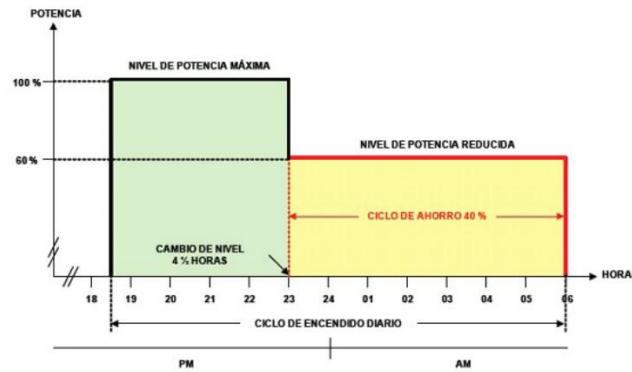


Figura 4.24: Funcionamiento de equipos de doble nivel de potencia

Fuente[36]

Luminaria con LVS de sodio de alta presión 250 W, DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa Aluminio)

Características de la vía para LVS de alta presión 250 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.17: Datos de la vía para LVS 250 W, DNP[28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>
Se emplea en vías con clase M3 - M5

Características del sistema de iluminación para LVS de alta presión 250 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.18: Datos de las características del sistema de iluminación para LVS 250 W, DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Características del sistema de iluminación	
Instalación de luminarias en disposición bilateral pareada	
Factor de mantenimiento	0,89
Altura de montaje	11 a 12 metros
Interdistancia	35 a 40 metros
Longitud del brazo	<= 1.5 metros
Ángulo de inclinación	<= 15°
La distancia considerada para la ubicación del poste será 0.35 metros desde el borde de la calzada al eje del poste	
La posición tanto vertical como horizontal para el reglaje la determinará el oferente	

Condiciones de la vía para LVS de alta presión 250 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.19: Datos de las condiciones de la vía para LVS 250 W, DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Condiciones de la vía	
Calzada vehicular	La vía debe tener un ancho de 8 metros
	Estar conformada por dos carriles de 4 metros cada uno
	Aceras de 1.5 metros a cada lado de la vía y parter central de 1 metro
	Recubierto por un tipo de pavimento R3
	Coeficiente de iluminación media Q ₀ de 0,07

Parámetros fotométricos para LVS de alta presión 250 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.20: Datos de los parámetros fotométricos para LVS 250 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNR 006/20)	
Luminancia media	$L_m \geq 1.5 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_o \geq 40 \%$
Uniformidad longitudinal	$U_l \geq 70 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 10$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Características de la Potencia reducida para LVS de alta presión 250 W, DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.21: Datos de la potencia reducida para LVS 250 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 250 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Potencia reducida	
Luminancia media	$L_m \geq 1 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_o \geq 40 \%$
Uniformidad longitudinal	$U_l \geq 60 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 15$
Relación de alrededores	$SR \geq 0.5$

Luminaria con LVS de alta presión 400 W, DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa Aluminio)

Características de la vía para LVS de alta presión 400 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.22: Datos de las características de la vía para LVS 400 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 400 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Se emplea en vías de clase M1 - M2	

Características del sistema de iluminación para LVS de alta presión 400 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.23: Datos del sistema de iluminación para LVS 400 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 400 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Características del sistema de iluminación	
Instalación de luminarias en disposición bilateral pareada	
Factor de mantenimiento	0,89
Altura de montaje	11 a 12 metros
Interdistancia	>= a 40 metros
Longitud del brazo	<= 1.5 metros
Ángulo de inclinación	<= 15°
La distancia considerada para la ubicación del poste será 0.35 metros desde el borde de la calzada al eje del poste	
La posición tanto vertical como horizontal para el reglaje la determinará el oferente	

Características de las condiciones de la vía para LVS de alta presión 400 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.24: Datos de las condiciones de la vía para LVS 400 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 400 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Condiciones de la vía	
Calzada vehicular	Una calzada vehicular con ancho de 12 metros
	Tres carriles de 4 metros cada uno
	Dos aceras de 1.5 metros cada una y un parter central de 2 metros
	Tipo de pavimento R3
	Con coeficiente de luminancia media Q_0 de 0,07

Características de los parámetros fotométricos para LVS de alta presión 400 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.25: Datos de los parámetros fotométricos para LVS 400 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 400 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNNR 006/20)	
Luminancia media	$L_m \geq 2 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_0 \geq 40 \%$
Uniformidad longitudinal	$U_l \geq 70 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 10$
Relación de alrededor	$SR \geq 0.5$

Características de la potencia reducida para LVS de alta presión 400 W DNP, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida

Tabla 4.26: Datos de la potencia reducida para LVS 400 W DNP [28]

<i>Luminarias con lamparas de vapor de sodio de alta presión 400 W doble nivel de potencia, 5.5 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencia reducida (Carcasa de aluminio)</i>	
Potencia reducida	
Luminancia media	$L_m \geq 1.5 \text{ Cd/m}^2$
Uniformidad general	$U_0 \geq 40 \%$
Uniformidad longitudinal	$U_l \geq 70 \%$
Incremento de umbral	$T_i \leq 10$
Relación de alrededor	$SR \geq 0.5$

Especificaciones para la colocación de luminarias tipo LED

Luminarias tipo led para vías M6 - M5

Tabla 4.27: Datos para vías M6 - M5 [28]

<i>Luminarias tipo LED</i>	
Tipo de vía	M6 - M5
Condiciones de la vía	Se emplea para una calzada vehicular con ancho de 4 metros Aceras de 1 metro a cada lado Recubierto por un tipo de pavimento R3 Coeficiente de luminancia medio Q_0 de 0,07
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNNR 006/20)	Luminancia media $L_m \geq 0.5 \text{ Cd/M}^2$ Uniformidad general $U_0 \geq 35 \%$ Incremento de umbral $T_i \leq 15$ Relación de alrededores $SR \geq 0.5$

Luminarias tipo led para vías M4

Tabla 4.28: Datos para vías M4 [28]

<i>Luminarias tipo LED</i>	
Tipo de vía	M4
Condiciones de la vía	Se emplea para una calzada vehicular con ancho de 7 metros Dos carriles de 3.5 metros cada una Aceras de 1 metro a cada una Recubierto por un tipo de pavimento R3 Coeficiente de luminancia medio Q_0 de 0,07
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNNR 006/20)	Luminancia media $L_m \geq 0.75 \text{ Cd/M}^2$ Uniformidad general $U_0 \geq 40 \%$ Incremento de umbral $T_i \leq 15$ Relación de alrededores $SR \geq 0.5$

Luminarias tipo led para vías M3

Tabla 4.29: Datos para vías M3 [28]

<i>Luminarias tipo LED</i>	
Tipo de vía	M3
Condiciones de la vía	Una calzada vehicular con ancho de 8 metros Dos carriles de 4 metros cada una Dos aceras de 1.5 metro cada una Pavimento clase R3 Coeficiente de luminancia medio Q_0 de 0,07
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNR 006/20)	Luminancia media $L_m \geq 1 \text{ Cd/M}^2$ Uniformidad general $U_0 \geq 40 \%$ Uniformidad longitudinal $U_l \geq 60 \%$ Incremento de umbral $T_i \leq 15$ Relación de alrededores $SR \geq 0.5$

Luminarias tipo led para vías M2

Tabla 4.30: Datos para vías M2 [28]

<i>Luminarias tipo LED</i>	
Tipo de vía	M2
Condiciones de la vía	con ancho de 8 metros Dos carriles de 4 metros cada una Dos aceras de 1.5 metro cada una Un parter central 1 metro Pavimento clase R3 Coeficiente de luminancia medio Q_0 de 0,07
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNR 006/20)	Luminancia media $L_m \geq 1.5 \text{ Cd/M}^2$ Uniformidad general $U_0 \geq 40 \%$ Uniformidad longitudinal $U_l \geq 70 \%$ Incremento de umbral $T_i \leq 10$ Relación de alrededores $SR \geq 0.5$

Luminarias tipo led para vías M1

Tabla 4.31: Datos para vías M1 [28]

<i>Luminarias tipo LED</i>	
Tipo de vía	M1
Condiciones de la vía	Una calzada vehicular por lado, con ancho de 12 metros Tres carriles de 4 metros cada una Dos aceras de 1.5 metro cada una Un parter central 2 metro Pavimento clase R3 Coeficiente de luminancia medio Q_0 de 0,07
Parámetros fotométricos de evaluación (ARCERNR 006/20)	Luminancia media $L_m \geq 2 \text{ Cd/M}^2$ Uniformidad general $U_0 \geq 40 \%$ Uniformidad longitudinal $U_1 \geq 70 \%$ Incremento de umbral $T_i \leq 10$ Relación de alrededores $SR \geq 0.5$

REGULACIÓN ARCERNNR 006/20 PARA EL ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS

Determinación de los niveles de iluminación

Iluminación de vías

La tabla 3.1, se clasifica en cinco grupos, desde M1 a M5 y permite realizar la asignación de iluminación considerando los criterios que asocian a las características de la vía , siendo principalmente la velocidad de circulación y el número de vehículos.

Tabla 4.32: Tipos de iluminación considerando la descripción de la vía [10]

Descripción de la vía	Clases de iluminación
Vías con alta velocidad, que contienen pistas separadas libres de intersecciones al mismo nivel y cuentan con accesos completamente controlados autopistas, autovías. Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (Nota ^7).	
Alta (más de 1000 vehículos / hora)	M1
Media (entre 500 y 1000 vehículos / hora)	M2
Baja (entre 150 y menos de 500 vehículos)	M3
Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico (Nota ^8) y separación (Nota ^9) de diferentes usuarios de la vía (Nota ^10).	
Pobre	M1
Bueno	M2
Vías urbanas que cuentan con tráfico importante, correctas radiales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
Pobre	M2
Bueno	M3
Vías secundarias de conexión, carreteras, distribuidoras locales, vías de acceso principales residenciales, carreteras que proporcionan acceso a propiedades y conducen a conexiones de carreteras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
Pobre	M4
Bueno	M5

Niveles de iluminación

Mediante el reconocimiento de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá asignar la clase de iluminación requerida, véase la tabla 3.2 [10].

Tabla 4.33: Nivel de iluminación para calzadas con tráfico motorizado[10]

Clase de iluminación	Campo de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con aceras no iluminadas para clase P1 a P4
	Luminancia promedio (cd/m ²) Mínimo mantenimiento	Factor de uniformidad Uo Mínimo	TI% Máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia UL Mínimo	Relación de alrededores (SR) Mínima
M1	2,0	0,4	10	0,7	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,7	0,5
M3	1,0	0,4	10	0,7	0,5
M4	0,8	0,4	10	NR	NR
M5	0,6	0,4	10	NR	NR

En algunos de los casos los proyectos no requieren tanta exigencia en cuanto a los requerimientos lumínicos, por ello se define como variable realizar los diseños con base en la iluminancia como se establece en la siguiente tabla 3.3

Tabla 4.34: Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas que se deben mantener [10]

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo a mantener) de iluminancia según tipo de superficie de la vía (lx) (ver siguiente tabla)			Uniformidad de la iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	
M3	12	17	15	34 %
M4	8	12	10	25 %
M5	6	9	8	18 %

Luminancia promedio de la calzada

En la siguiente tabla 3.4, se presenta las características de la superficie que tendrá la calzada.

Tabla 4.35: Características de la superficie [10]

Clase	Características superficie
R1	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales reflectivos o materiales artificiales claros o al menos un 30 % de anortositas muy brillantes - Superficie que contiene gravas que cubren más del 80 % de la superficie de la calzada y las gravas constan de gran cantidad de material claro, reflectivos o están compuestas al 100 % de anortositas muy brillantes - Superficies de calzada de hormigón de concreto
R2	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales - Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10 % al 15 % de abrilladores artificiales) - Hormigón bituminoso grueso y rugoso, rico en gravas (mas de 60 %) de tamaños mayores a 10 mm - Asfalto mástico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mástico en estado nuevo
R3	<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento en Hormigón (asfalto frio, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm con textura rugosa - Superficie tratadas con textura rugosa pero pulimentada
R4	<ul style="list-style-type: none"> - Asfalto mástico después de varios meses de uso - Superficie con textura bastante suave o pulimentada

Vías para tráfico peatonal

La tabla 3.5 se clasifica en una escala de del 1 al 6, permitiendo determinar la clase de iluminación para el tráfico peatonal y ciclistas, considerando la descripción del uso de la calzada, dichas zonas deben presentar altos niveles de uniformidad debido a los actos vandálicos.

Tabla 4.36: Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas [10]

Clases de Iluminación	Descripción del uso de la calzada
P1	Vías de gran importancia
P2	Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas
P3	Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas
P4	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas únicamente asociada a las propiedades adyacentes
P5	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas únicamente asociados a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno
P6	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas únicamente asociados a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente

Nivel de iluminación para tráfico peatonal

En la tabla 3.6, se muestra cada uno de los niveles de iluminancia horizontal (luxes), que aplican a los senderos peatonales ligados a vías públicas, más no a caminos peatonales que se encuentren ubicados en parques o algún otro lugar diferente a vías.

Tabla 4.37: Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal[10]

Clase de Iluminación	Iluminación horizontal (luxes)	
	Valor promedio	Valor mínimo
P1	20	7,5
P2	10	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,6

Vías en zona de conflicto

En este tipo de vías se requiere un nivel de iluminación mayor, esto debido a la velocidad de circulación de los vehículos, el aumento de tráfico, la composición del tráfico. Son lugares donde se puede producir un gran congestionamiento de vehículos, que podrían proporcionar choques o cualquier otro accidente, la zona de conflicto se selecciona de la siguiente manera, haciendo uso de la ecuación 3.1 y la tabla 3.7 [10].

$$C = 6 - \sum V_{ps} \quad (4.1)$$

Donde:

$$C = \quad (4.2)$$

Toma valores de 0 a 5 y corresponde a las clases de iluminación desde C0 a C5, respectivamente.

$$\sum V_{ps} = \quad (4.3)$$

Sumatorio de los parámetros seleccionados en función de la siguiente tabla [10]

Tabla 4.38: Parámetros para la selección de la clase de iluminación C [10]

Parámetros	Opciones	Valor de ponderación (Vps)	Vps seleccionado
Velocidad	Elevado	3	
	Alto	2	
	Moderado	1	
	Bajo	0	
Volumen del trafico	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	0,5	
	Muy bajo	-1	
Composición del trafico	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	
Iluminación ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías visuales	Pobre	0,5	
	Moderado o bueno	0	

Niveles de iluminación para zonas en conflicto

Los parámetros fotométricos para las seis clases de iluminación C0 a C5, se definen en la siguiente tabla 3.8 [10].

Tabla 4.39: Parámetros fotométricos para zonas en conflicto[10]

Clases de Iluminación	Iluminación Promedio E (lx)	Uniformidad de la Iluminancia U_o	Incremento de Umbral (%)	
			Moderada y Alta Velocidad	Baja y muy baja velocidad
C0	50	0,40	10	15
C1	30		10	15
C2	20		10	15
C3	15		15	20
C4	10		15	20
C5	7,5		15	25

Nota:Se pide revisar la Regulación ARCONEL 018/18 (franjas de servidumbre en líneas de servicio de energía eléctrica y distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones). Debido a ser un punto importante en cualquier construcción vial, que se analice las distancias de seguridad con respecto a las edificaciones. De esta manera se proporciona seguridad a las personas que residen en las viviendas y circulan por la vía pública.

Eficiencia luminosa para lámparas

Tabla 4.40: Características comparativas de las lámparas [19]

Tipo de Lámpara	Eficiencia energética (Lm/W)
Incandescente	10
Halógena	20
Vapor de Mercurio	50
Fluorescente Compacta	65
Fluorescente	75
Halogenuros Metálicos	90
Vapor de sodio a alta presión (SAP)	100
Vapor de sodio a baja presión (SBP)	130
LED neutro 4000°K	140
LED cálido 3000°K	130
LED PC-Ambar	95

Representación gráfica de los niveles de temperaturas de color (Kelvin)

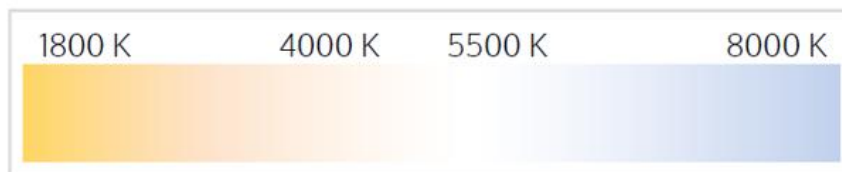


Figura 4.25: Niveles de temperatura de color

Fuente[19]

Valores de IRC

IRC; medida de la fidelidad de los colores que se verán al iluminar con la fuente. Cuanto más cercana esté a 100, más fielmente reproducirá los colores reales [19].

Tabla 4.41: Índice de reproducción cromática para sistemas de alumbrado vial[19]

Tipo de lámpara	IRC
Mercurio	40-60
Halogenuros Metálicos	75-95
Vapor de sodio a baja presión	Monocromática
Vapor de sodio a alta presión	20
LED	+80

Protección (IP) contra polvo y líquidos para luminarias

La tabla 4.41, indica el proceso para seleccionar el nivel de protección (IP)

Tabla 4.42: Determinación de la protección IP [20]

Protección IP - Contra Polvo y Agua		
IP	X	X
Letras del Código	Primer número Característico	Segundo número Característico

La tabla 4.42 determina los grados de protección contra objetos sólidos externos, que indica el primer número característico [20]

Tabla 4.43: Protección contra la penetración de sólidos externos [20]

Grado de Protección	
Primer Dígito Característico	Breve Descripción
0	No protegido (no cuenta con una protección especial)
1	Protegido contra objetos sólidos externos de 500 milímetros de diámetro y mayor
2	Protegido contra objetos sólidos externos de 12,5 milímetros de diámetro y mayor con un dedo
3	Protegido contra objetos sólidos externos de 2,5 milímetros de diámetro y mayor
4	Protegido contra objetos sólidos externos de 1,0 milímetros de diámetro y mayor
5	Protegido contra el polvo
6	Totalmente protegido contra el polvo - Hemética

La tabla 4.43 indica el segundo número característico, que proporciona los grados de protección contra el agua [20].

Tabla 4.44: Protección contra la penetración de agua [20]

Grado de Protección	
Segundo Número Característico	Breve Descripción
1	No protegido (no cuenta con una protección especial)
1	Proporciona protección ante gotas de agua verticalmente descendentes
2	Protección ante gotas de agua verticalmente descendentes con una envoltura inclinada hasta 15 grados
3	Protección ante agua de rocío
4	Protección ante salpicaduras de agua
5	Protección ante chorros de agua
6	Protección ante chorros de agua de mayor alcance
7	Protección ante la inmersión transitoria en agua al estar sumergida bajo presión no penetrara cantidades nocivas
8	Protección ante la inmersión continua en agua al estar sumergida bajo presión no penetrara cantidades nocivas

Protección (IK) contra los impactos mecánicos nocivos

La tabla 4.44, indica el proceso para seleccionar el nivel de protección (IK)

Tabla 4.45: Protección contra la penetración de agua [21]

Protección IK - Valor de energía de impacto	
Código IK	Energía de impacto

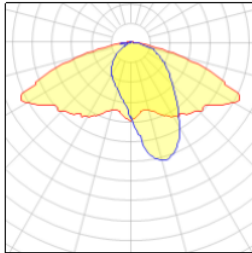
Cada grupo de cifras características representa un valor de la energía de impacto, como la tabla 4.45 lo indica [21].

Tabla 4.46: efectua protección contra impactos mecánicos nocivos [21]

Código IK	Energía de impacto (Julios)
IK00	Ninguna protección
IK01	Resistente a una energía de choque de 0,14 J
IK02	Resistente a una energía de choque de 0,2 J
IK03	Resistente a una energía de choque de 0,35 J
IK04	Resistente a una energía de choque de 0,5 J
IK05	Resistente a una energía de choque de 0,7 J
IK06	Resistente a una energía de choque de 1 J

Características de la lámpara empleada para el proceso de diseño de iluminación vial, presentado en el capítulo 12 - modelo NIKKON S419-250-SO250.

Light output 1



1 x High pressure sodium vapour lamp			
Nominal lamp power	250 W	Socket	E40
Lamp flux	28000 lm	LOR	72%
Luminous efficacy	79 lm/W	Total flux	20046 lm
CCT	2000 K	Total power	254.94 W
CRI	25		

Mounting mode

Pole integrated

Shape and measurements

Length: 3.94 in

Width: 3.94 in

Height: 3.94 in

Adjustability

Fixed

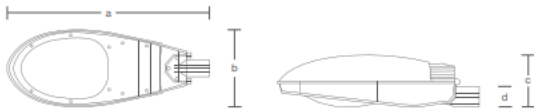
Electric

System power: 254.94 W

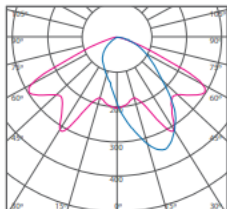
Protection

IP: 66

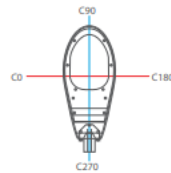
dimension



photometric curve



cd/klm
C0/C180: — C90/C270: —



note : photometric result tested based on 48000lm HPS 400W clear tube

technical data

ingress protection • IP66 (lamp compartment) & IP66 (gear compartment)
insulation class • class I (note : class II is available upon request)
voltage • 220 - 240 Vac 50 / 60Hz
lamp wattage • 70W - 400W
holder type • E27 & E40
maximum weight • 15.5kg
designed standards • IEC 60598-2-3
spigot size • ø50 mm - S419-70 & S419-150
• ø65 mm - S419-250 & S419-400

IP66
lamp compartment

IP66
gear compartment

key for standard order coding

S419 - 150 - S 0150

capacity code : example = 150W
lamp type : S = high pressure sodium
housing model

matching table

housing model	lamp type					lamp holder	casing dimension (mm)				weight (kg)	carton dimension (L x W x H) mm	order code
	high pressure sodium	70W	100W	150W	250W		400W	a	b	c			
S419-70	√					E27	500	200	136	50	5.0	455 x 230 x 140	S419-70-S0070
S419-150	√	√	√			E27 & E40	639	269	170	50	7.5	580 x 290 x 195	S419-150-S0150
S419-250			√	√		E40	764	302	189	65	10.5	690 x 330 x 210	S419-250-S0250
S419-400				√	√	E40	880	354	260	65	15.5	820 x 375 x 230	S419-400-S0400

* metal halide & mercury vapor street lantern are available upon request.

note : Due to rapid change and continuous improvement in technology, all specifications are subject to change without prior notice to improve reliability, function or design in order to supply the best product possible.

Proyector empleado para el diseño lumínico de la cancha deportiva de uso y acceso público, empleado en el capítulo 18.

SYLVANIA

Sylveo 2



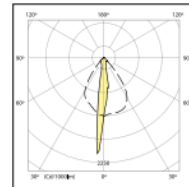
- 5mm toughened glass and silicon gaskets ensures IP65 protection
- Gore-Tex® screw-in vent constantly allows the floodlight to breathe with changing environmental conditions, avoiding condensation to develop in the unit
- Developed specifically for exterior environments:
 - Running temperature from -30°C to +40°C
 - Wind exposed surface 0.11m²
 - Galvanised steel bracket, secured with stainless steel M10 screws
 - Goniometers in polyamide PA66 ensures a precise tilt
- Glass sturdily held in place with two adjustable clips at the top, and two rotary anti-loss hinges support at the bottom
- High optical performance for external use

LIGHT SOURCE INCLUDED



Narrow

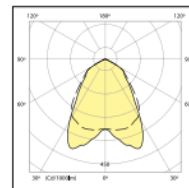
Code	Description
400W	
0039821	Sylveo 2 HSI-TSX 400W
0039823	Sylveo 2 SHP-TS 400W



Narrow beam

Wide

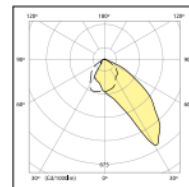
Code	Description
250W	
0039824	Sylveo 2 HSI-TSX 250W
0039826	Sylveo 2 SHP-TS 250W
400W	
0039825	Sylveo 2 HSI-TSX 400W
0039827	Sylveo 2 SHP-TS 400W



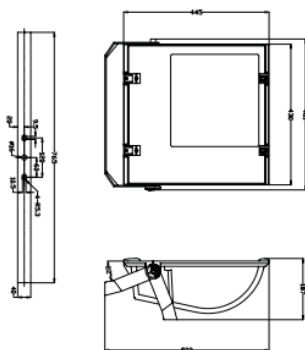
Wide beam

Asymmetric

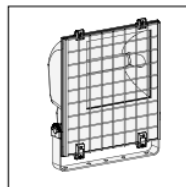
Code	Description
250W	
0039828	Sylveo 2 HSI-TSX 250W
0039830	Sylveo 2 SHP-TS 250W
400W	
0039829	Sylveo 2 HSI-TSX 400W
0039831	Sylveo 2 SHP-TS 400W



Asymmetric beam



Dimensions (mm)



Protective grid



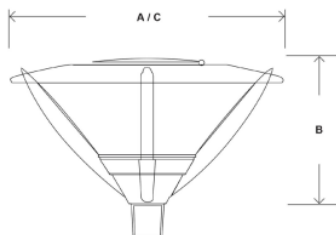
Universal Pole Clamp

Accessories

Code	Description
0039838	Protective grid
0039837	Universal pole clamp

Características de la lámpara empleada para el proceso de diseño de iluminación de la zona ornamental (parque), presentado en el capítulo 19 - modelo SCHRÉDER ALURA 50 W.

INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ELÉCTRICA	
Altura de instalación recomendada	3m a 5m 10' a 16'	Clase eléctrica	Class 1US, Class I EU, Class II EU
FutureProof	Sustitución sencilla del motor fotométrico y del conjunto electrónico in situ	Tensión nominal	120-277 V – 50-60 Hz 220-240 V – 50-60 Hz
Driver incluido	Sí	Factor de potencia (a plena carga)	0.9
Marca CE	Sí	Opciones de protección contra sobretensiones (kV)	10 20
Certificado ENEC	Sí	Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 55015 / EN 61000-3-2 / EN 61000-4-5 / EN 61547
Registrado en ETL/UL	Sí	Protocolo de control	1-10V, DALI
Conformidad con RoHS	Sí	Opciones de control	AmpDim, Bipotencia, Perfil de regulación personalizado, Telegestión
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)	Sistemas de control asociados	Owlet Nightshift
CARCASA Y ACABADO		Sensor	PIR (opcional)
Carcasa	Aluminio	INFORMACIÓN ÓPTICA	
Óptica	PMMA	Temperatura de color de los LED	2700K (Blanco cálido 727) 3000K (Blanco cálido 730) 4000K (Blanco neutro 740)
Protector	Policarbonato	Índice de reproducción cromática (CRI)	>70 (Blanco cálido 727) >70 (Blanco cálido 730) >70 (Blanco neutro 740)
Acabado de la carcasa	Recubrimiento de polvo de poliéster	Porcentaje de flujo luminoso al hemisferio superior (ULOR)	<5%
Color estandar	Gris AKZO 900 enarenado	- ULOR diferente según el tipo de configuración. Por favor, consulte con nosotros.	
Grado de hermeticidad	IP 66	VIDA ÚTIL DE LOS LED A TO 25 °C	
Resistencia a los impactos	IK 10	Todas las configuraciones	100.000h - L90
Norma de vibración	Cumple con la modificada IEC 68-2-6 (0.5G)		
Acceso para mantenimiento	Acceso directo al compartimento de auxiliares aflojando los tornillos de la cubierta		
- Otro color RAL o AKZO bajo pedido			
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO			
Rango de temperatura de funcionamiento (Ta)	-30 °C a +50 °C / -22 °F a 122 °F		
- Depende de la configuración de la luminaria. Para más información, póngase en contacto con nosotros.			
DIMENSIONES Y MONTAJE			
AxBxC (mm pulgadas)	700x450x700 27.6x17.7x27.6		
Peso (kg lb)	15.5 34.1		
Resistencia aerodinámica (CxS)	0.13		
Posibilidades de montaje	Montaje post-top deslizante – Ø60mm		



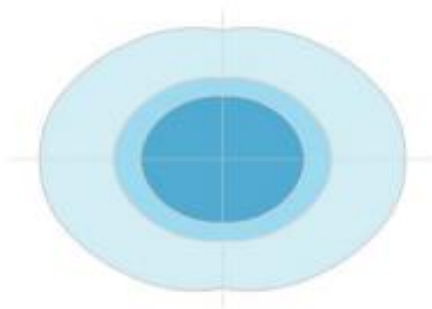
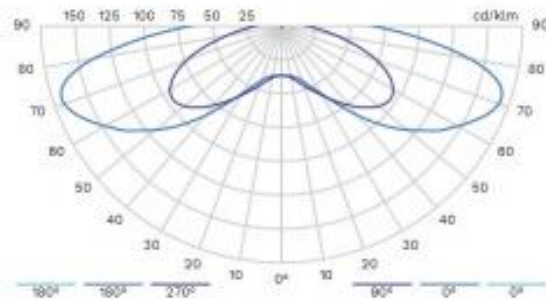


Luminaria	Número de LED	Corriente de alimentación (mA)	Paquete luminico (lm) Blanco cálido 727		Paquete luminico (lm) Blanco cálido 730		Paquete luminico (lm) Blanco neutro 740		Consumo de potencia (W)		Eficiencia de la luminaria (lm/W)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Hasta	Fotometría
ALURA LED	16	350	1300	1600	1400	1700	1500	1800	18.2	18.2	99	
	16	500	1700	2000	1900	2300	1900	2300	25.7	25.7	89	
	16	700	2000	2500	2300	2800	2400	2900	36.2	36.2	80	
	24	350	1900	2400	2200	2600	2200	2700	26.8	26.8	101	
	24	500	2500	3100	2800	3400	2900	3500	38.1	38.1	92	
	24	700	3100	3700	3400	4200	3600	4300	55.5	55.5	77	
	32	350	2600	3200	2900	3500	3000	3600	35.9	35.9	100	
	32	500	3400	4100	3800	4600	3900	4700	51.5	51.5	91	
	48	350	3900	4800	4400	5300	4500	5500	52.5	52.5	105	

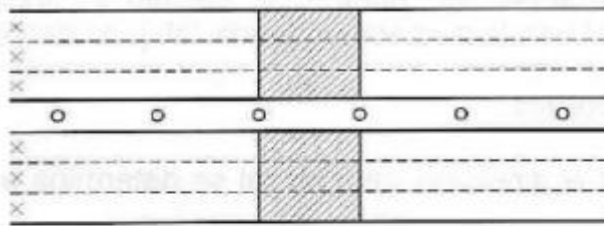
La tolerancia del flujo de los LED es $\pm 7\%$, y de la potencia total de la luminaria $\pm 5\%$



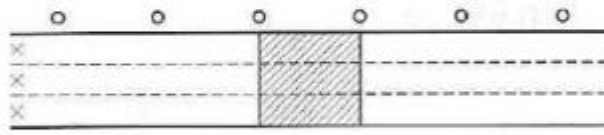
5068 SY



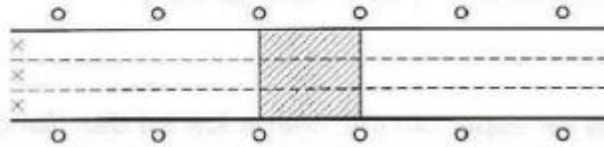
Posición del observador en relación con el campo de cálculo. Aplica al método de cálculo para luminancia



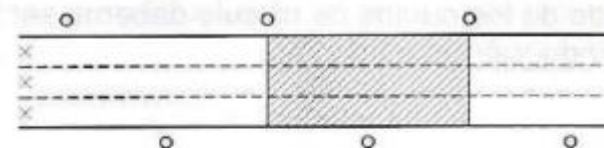
Carretera de seis carriles con mediana



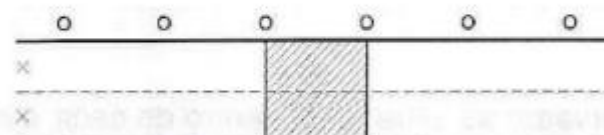
Carretera de tres carriles
Distribución de luminarias
en un único lado



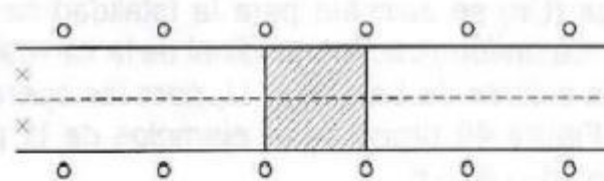
Carretera de tres carriles
Distribución de luminarias
a ambos lados



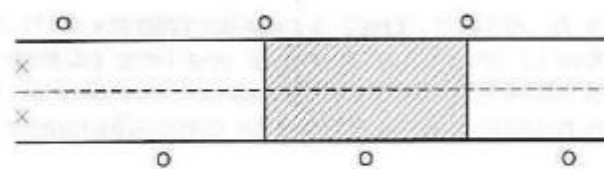
Carretera de tres carriles
Distribución de luminarias
alternadas a ambos lados



Carretera de dos carriles
Distribución de luminarias
en un único lado




Carretera de dos carriles
Distribución de luminarias
a ambos lados



Carretera de dos carriles
Distribución de luminarias
alternadas a ambos lados

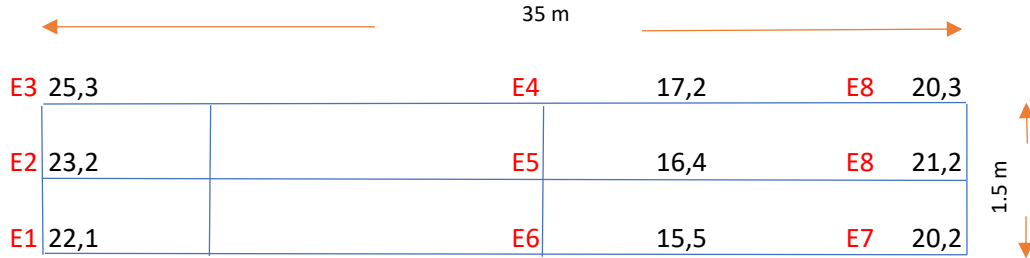
× Posición del observador

 Campo de cálculo

Mediciones Vía 16 de Abril - Azogues

Medición camino peatonal

Aplicación metodo Europeo
de los 9 puntos

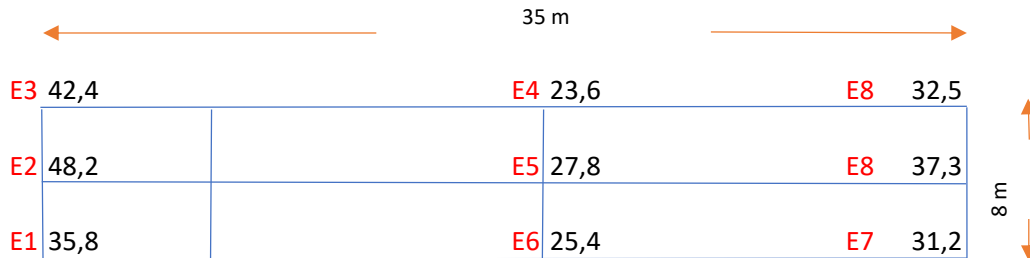


La siguiente ecuación muestra la iluminancia promedio será:

Medición vía

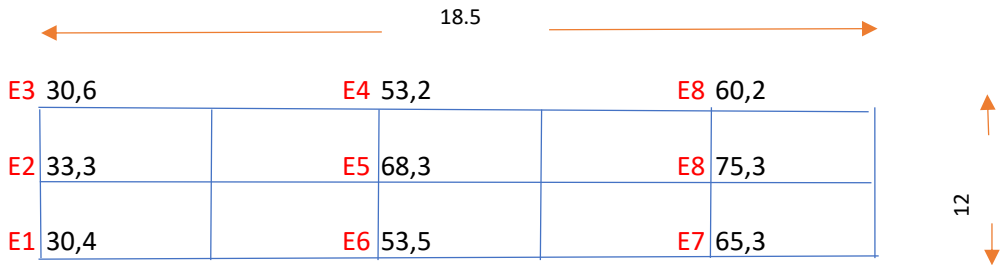
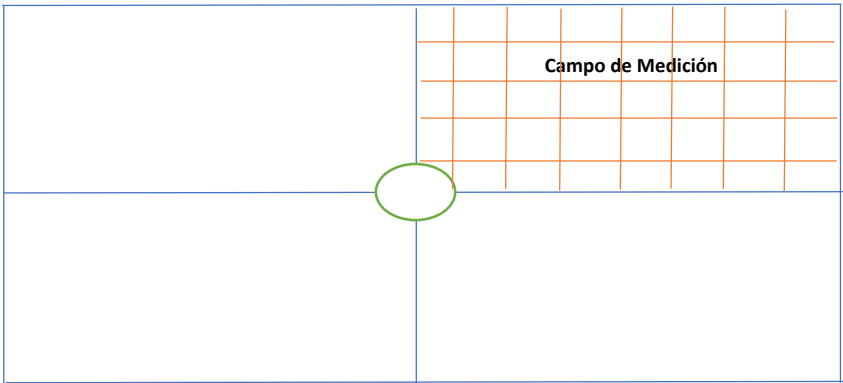
$$U_m = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9/16 \quad (12.1)$$

Siendo E1, E2, E3....E9, las iluminancias en los puntos P1, P2, P3....P9, respectivamente



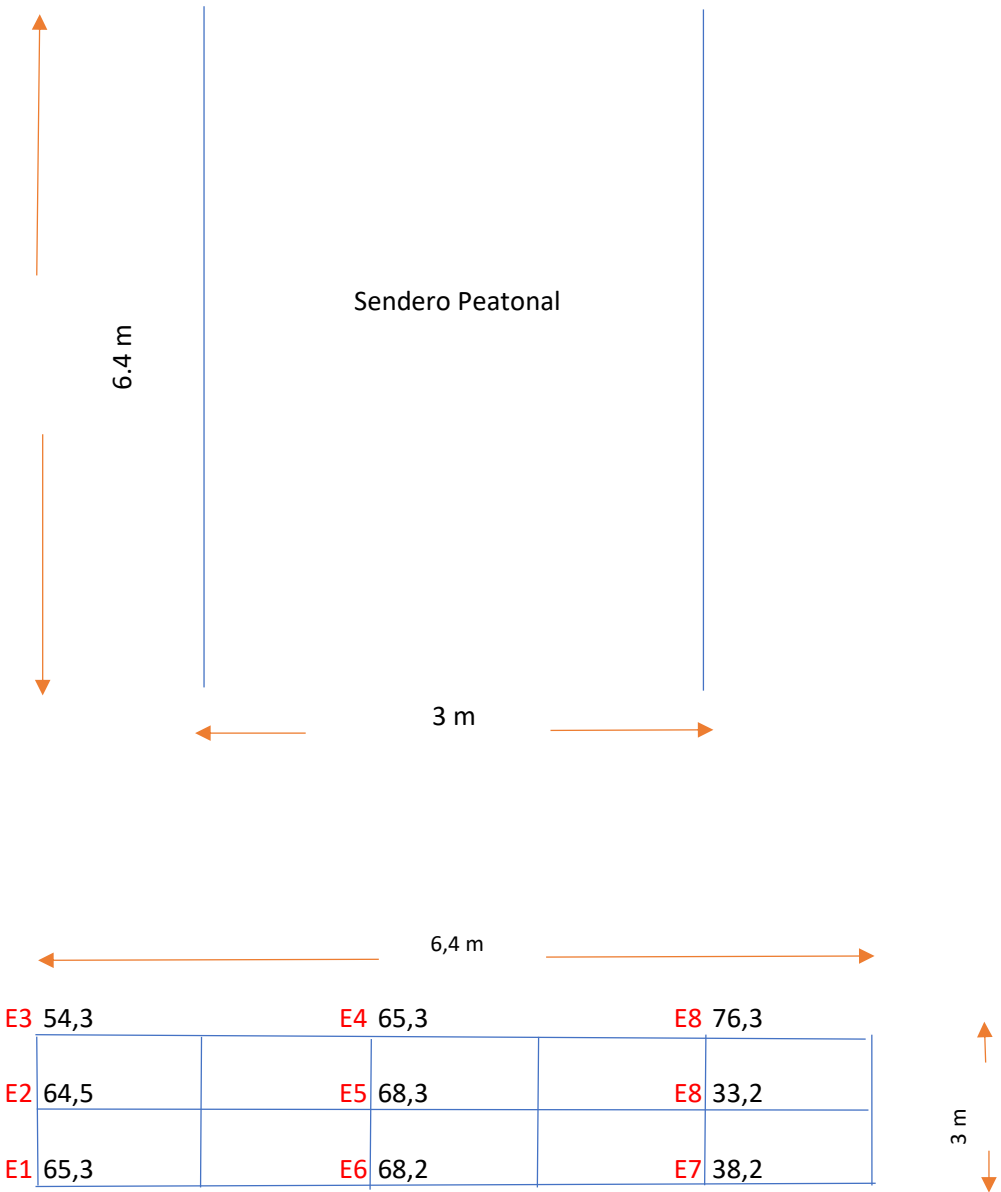
	Calzada		Camino peatonal	
1	35,8		22,1	
2	96,4		46,4	
3	42,4		25,3	
4	47,2		34,4	
5	111,2		65,6	
6	50,8		31	
7	31,2		31,2	
8	74,6		74,6	
9	32,5		32,5	
Suma	522,1		363,1	
Em	32,63125	lux	Em	22,69375
Uo	0,77839494	%	Em	22,69375
UL	0,52697095	%		lux

Medición Cancha - Azogues



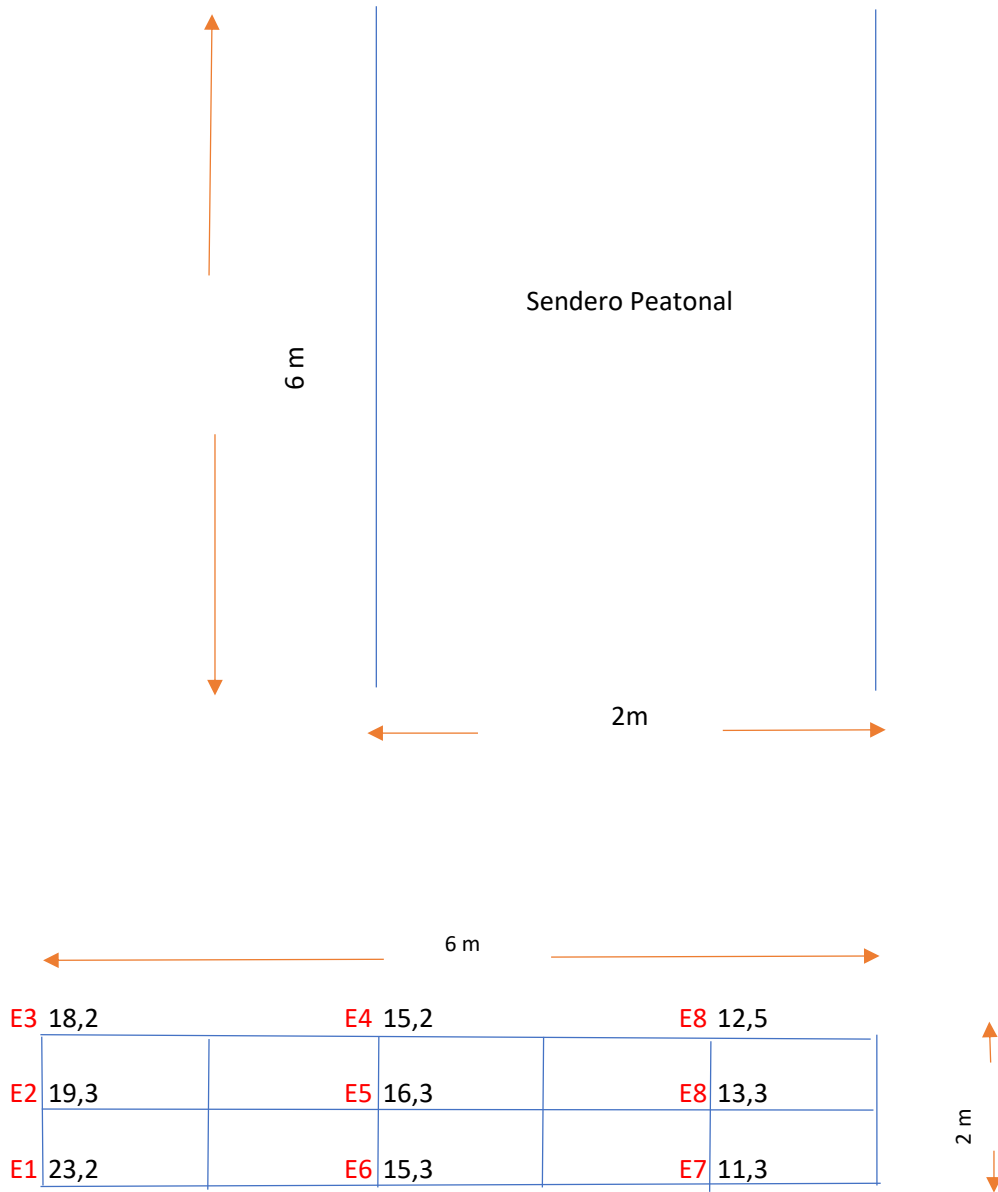
	30,4	
	66,6	
	30,6	
	106,4	
	273,2	
	107	
	65,3	
	150,6	
	60,2	
Suma	890,3	
Em	55,64375	lux
Uo	0,54992699	Uo

Medición Parque- Azogues



65,3		
129		
54,3		
130,6		
273,2		
136,4		
38,2	Suma	969,7
66,4	Em	60,60625
76,3		0,54779829
		lux

Medición Parque - Paute



23,2		
38,6		
18,2		
30,4		
65,2		
30,6		
11,3		
26,6	Suma	256,6
12,5	Em	16,0375 lux
		0,7045986

Fotografías de las mediciones realizadas en las diferentes zonas, vía, cancha, parques.



Valores comparativo entre luminancia (Cd/m²) e iluminancia (lux).

EV	Convertidor de luminancia		Convertidor de iluminancia		Ejemplo de condiciones de iluminación en las que se puede utilizar este EV
	cd/m ²	fL	lx	ft·cd, fc	
-4	0,008	0,0023	0,156	0,015	Aurora brillante
-3	0,016	0,0046	0,313	0,029	Paisaje iluminado por la luna, luz total de luna en luna llena
-2	0,031	0,0091	0,625	0,058	Paisaje rural, luz total de luna en luna llena
-1	0,063	0,018	1,25	0,116	Paisaje iluminado por la luna, luz total de luna en luna llena, algunas nubes
0	0,125	0,036	2,5	0,232	Interior tenue
1	0,25	0,073	5	0,465	Edificio u horizonte distante, poca luz artificial
2	0,5	0,146	10	0,929	Edificio distante, luz artificial
3	1	0,292	20	1,86	Arquitectura, luz artificial
4	2	0,584	40	3,72	Luces de árboles de Navidad o calles con faroles
5	4	1,17	80	7,43	Tráfico de noche
6	8	2,33	160	14,9	Escaparates nocturnos
7	16	4,67	320	29,7	Calle de noche
8	32	9,34	640	59,5	Calle de noche iluminada
9	64	18,7	1280	119	Fuegos y deportes nocturnos con iluminación artificial
10	128	37,4	2560	238	Señales de neón
11	256	74,7	5120	476	Paisajes justo después del atardecer
12	512	149	10240	951	Paisajes, en el atardecer o nublado intenso
13	1024	299	20480	1903	Paisajes junto antes del atardecer
14	2048	598	40960	3805	Paisajes, luz de sol brumosa con sombras suaves
15	4096	1195	81920	7611	Paisajes, pleno sol
16	8192	2391	163840	15221	Paisajes nevados o desérticos, pleno sol

Para transformar Cd/m² a luxes se emplea la siguiente fórmula:

$$L = \frac{\rho * E}{\pi} = \frac{Cd}{m^2}$$

Donde:

L= Luminancia en cd/m²

E= Iluminación en lux

ρ = Grado de reflexión de una superficie

Despejando:

$$E = \frac{L * \pi}{\rho}$$

Ejemplo

L= 1.5 Cd/m²

ρ = Grado de reflexión de una superficie de gris oscuro = 15 %

Remplazando:

$$E = \frac{1.5 * \pi}{0.15} = 31,41 \text{ lux}$$