



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO EN EL PARQUE MIRAFLORES DE
LA CIUDAD DE CUENCA: ANÁLISIS FOTOMÉTRICO Y PROPUESTA DE DISEÑO
TÉCNICO FUNCIONAL Y ORNAMENTAL**

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

AUTORES: DENYS XAVIER LEON UYAGUARI
DANNY FERNANDO MURILLO RIVERA
TUTOR: ING. CARLOS ULICER PERALTA LOPEZ, Mgs.

Cuenca - Ecuador
2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Denys Xavier Leon Uyaguari con documento de identificación N° 1400978472 y Danny Fernando Murillo Rivera con documento de identificación N° 0107340879; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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, 23 de abril del 2025

Atentamente,

Denys Xavier Leon Uyaguari

1400978472

Danny Fernando Murillo Rivera

0107340879

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

Nosotros, Denys Xavier Leon Uyaguari con documento de identificación N° 1400978472 y Danny Fernando Murillo Rivera con documento de identificación N° 0107340879, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Evaluación del sistema de alumbrado en el parque miraflores de la ciudad de Cuenca: análisis fotométrico y propuesta de diseño técnico funcional y ornamental”, el cual 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, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de abril del 2025

Atentamente,

Denys Xavier Leon Uyaguari

1400978472

Danny Fernando Murillo Rivera

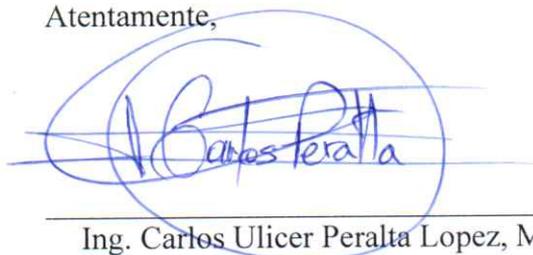
0107340879

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Ulicer Peralta Lopez con documento de identificación N° 0103112561, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO EN EL PARQUE MIRAFLORES DE LA CIUDAD DE CUENCA: ANÁLISIS FOTOMÉTRICO Y PROPUESTA DE DISEÑO TÉCNICO FUNCIONAL Y ORNAMENTAL, realizado por Denys Xavier Leon Uyaguari con documento de identificación N° 1400978472 y por Danny Fernando Murillo Rivera con documento de identificación N° 0107340879, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de abril del 2025

Atentamente,



Ing. Carlos Ulicer Peralta Lopez, Mgs.

0103112561

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la culminación de este proyecto. A mi familia, por ser mi pilar inquebrantable, brindándome amor, fortaleza y apoyo en cada paso de este proceso. A mis amigos, por su compañía, motivación y palabras de aliento en los momentos más desafiantes. Extiendo mi gratitud al Ingeniero Carlos Peralta, cuya guía y conocimiento fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto de titulación. Su dedicación y compromiso no solo enriquecieron mi aprendizaje, sino que también me brindaron la claridad y confianza necesarias para alcanzar mis objetivos.

Denys Xavier León Uyaguari

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis. En primer lugar, a mi madre Gladys y a mi abuela Carmen, por sus enseñanzas, valores y apoyo incondicional, que han sido fundamentales en mi formación personal y académica. De manera especial, agradezco a Angélica por su constante motivación y acompañamiento en cada etapa de este proceso, así como a mi tía Narcisa por su cariño y aliento. A todos ellos, y a quienes de manera directa o indirecta han formado parte de este camino, les debo gran parte de este logro.

De la misma manera, deseo expresar un profundo agradecimiento a mi tutor, el Ing. Carlos Peralta, por su invaluable apoyo, dedicación y contribución con su conocimiento en la dirección de este proyecto de titulación. Su orientación y compromiso han sido esenciales para la culminación exitosa de este trabajo.

Danny Fernando Murillo Rivera

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación, en especial, a mi madre y hermanos, cuyo amor incondicional y apoyo incansable han sido la base sobre la que he construido mis sueños. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me ha inspirado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles de este proceso académico.

También a mis familiares y amigos, quienes, con su aliento, compañía y palabras de ánimo, han enriquecido esta travesía académica, dándole un valor aún mayor. Gracias por creer y confiar en mí, por cada gesto de apoyo y por ser parte fundamental de este logro. Este éxito es tanto mío como de ustedes.

Denys Xavier León Uyaguari

Dedico este trabajo, fruto de esfuerzo y dedicación, a mi madre y a mi abuela, fuentes inagotables de amor, sacrificio y sabiduría, cuyo ejemplo ha guiado cada paso de mi vida.

De manera especial, dedico esta tesis a Angélica, cuyo apoyo incondicional, cariño y motivación han sido un faro en los momentos más desafiantes de este camino.

A todas ellas, gracias por creer en mí y por ser mi inspiración constante.

Danny Fernando Murillo Rivera

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo evaluar el estado actual del sistema de alumbrado en el Parque Miraflores de la ciudad de Cuenca mediante un análisis fotométrico detallado, con el fin de diseñar una propuesta técnica que optimice la eficiencia energética y la iluminación ornamental del parque. Se realizó un levantamiento de datos en campo para determinar los niveles de iluminancia, uniformidad y cumplimiento normativo, identificando deficiencias en el sistema actual. A partir de estos resultados, se desarrolló un diseño basado en tecnología LED, con el objetivo de mejorar la visibilidad, reducir el consumo energético y proporcionar una iluminación acorde a los estándares actuales. Además, se llevó a cabo un análisis técnico-económico comparativo entre el diseño existente y el propuesto, evidenciando la rentabilidad y sostenibilidad de la nueva propuesta a largo plazo.

Palabras clave: Alumbrado público, iluminación LED, análisis fotométrico, eficiencia energética, diseño lumínico.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the current state of the lighting system in Parque Miraflores, located in Cuenca, through a detailed photometric analysis to propose a technical design that optimizes energy efficiency and ornamental lighting. A field survey was conducted to assess illuminance levels, uniformity, and regulatory compliance, identifying deficiencies in the current system. Based on these findings, a new LED-based design was developed to enhance visibility, reduce energy consumption, and provide lighting that meets modern standards. Additionally, a comparative technical and economic analysis was carried out between the existing and proposed designs, demonstrating the long-term profitability and sustainability of the new proposal.

Keywords: Public lighting, LED illumination, photometric analysis, energy efficiency, lighting design.

Índice

1. Introducción	12
1.1. Antecedentes	12
1.2. Justificación	13
1.3. Grupo Objetivo	14
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
2. Marco Teórico	15
2.1. Fundamentos de la Luz	15
2.1.1. La Luz	15
2.1.2. El color	16
2.1.3. Temperatura de color	16
2.2. Percepción del ojo humano	18
2.3. Parámetros fotométricos	18
2.3.1. Flujo luminoso (ϕ)	18
2.3.2. Intensidad luminosa (I)	18
2.3.3. Iluminancia (E)	18
2.3.4. Luminancia (L)	19
2.3.5. Rendimiento o eficiencia luminosa	19
2.3.6. Factor de mantenimiento	20
2.4. Uniformidad	20
2.4.1. Uniformidad media	21
2.4.2. Uniformidad general	21
2.5. Coeficiente de utilización (CU)	21
2.6. Contaminación lumínica	21
2.7. Propiedades ópticas de la materia	22
2.7.1. Reflexión	22
2.7.2. Transmisión	22
2.7.3. Absorción	23
2.7.4. Refracción	23
2.8. Luxómetro	24
2.9. Normativas y Regulaciones	25
2.9.1. RTE INEN 069	25
2.9.2. Regulación ARCERNR 006/20	26
2.10. Método de la cuadrícula	26

2.11. Iluminación LED	28
2.11.1. Tecnología LED	28
2.12. Tipo de luminarias	28
2.12.1. Lámparas de vapor de sodio	28
2.12.2. Lámparas de vapor de mercurio	29
2.12.3. Lámpara LED	29
2.13. Eficiencia energética	30
2.14. DIALux	31
2.15. Alumbrado público ornamental	31
3. Análisis del Sistema de Alumbrado Actual en el Parque Mi-	
raflones, Cuenca	31
3.1. Introducción al Estado Actual del Sistema de Alumbrado	31
3.2. Tipo de Luminarias Existentes	32
3.2.1. Descripción de Luminarias	32
3.2.2. Inventario de Elementos Existentes	33
3.2.3. Condiciones de Operación	34
3.3. Medición y Análisis de la Iluminancia	34
3.3.1. Metodología de Medición y Datos Medidos	34
3.3.2. Interpretación de datos medidos	44
3.3.3. Comparación con la Normativa RTE INEN 069 y Re-	
gulación ARCERNNR 006/20	45
3.4. Análisis de las Deficiencias del Sistema Actual	47
3.4.1. Identificación de Problemas e Impacto en la Seguridad	
y Funcionalidad	47
3.5. Conclusiones del Análisis del Estado Actual	49
3.5.1. Resumen de Hallazgos	49
3.5.2. Recomendaciones Preliminares	50
4. Propuesta de Diseño	50
4.1. Diseño Técnico	53
4.1.1. Canchas Deportivas Multiuso	53
4.1.2. Cancha Deportiva Grande	58
4.1.3. Canchas de Volley	61
4.1.4. Pista de Atletismo	62
4.1.5. Áreas Recreativas	65
4.1.6. Áreas Verdes	68
4.2. Diseño Ornamental	70

4.2.1.	Iluminación Ornamental en el Patio de Comidas	72
4.2.2.	Realce de las Camineras Peatonales	73
4.2.3.	Iluminación del Monumento y su Entorno	75
5.	Análisis Técnico-Económico	76
5.1.	Análisis Técnico	76
5.1.1.	Comparación con el Diseño Anterior	76
5.1.2.	Análisis Comparativo de las Características Técnicas de las Lámparas de Sodio y LED	78
5.2.	Análisis Económico	79
5.2.1.	Comparación de Costos entre el Diseño Anterior y el Propuesto	79
5.2.2.	Costos de inversión inicial vs. costos operativos y de mantenimiento	83
5.2.3.	Justificación de la rentabilidad del nuevo diseño	84
6.	Conclusiones	84
	Anexos	91
.1.	ARCERNNR 006/20	91
.2.	Ficha técnica de las luminarias utilizadas	93
.3.	Datos y cálculos en excel	101
.4.	Luminarias utilizadas	103
.5.	Layout	104
.6.	Objetos de Cálculo Dialux	106

Índice de figuras

1.	Espectro Electromagnético [1].	15
2.	Niveles de temperatura de color [2].	17
3.	Diferencia entre Iluminancia y Luminancia [3].	19
4.	Rendimiento o eficiencia en lámparas [4].	20
5.	Reflexión de luz [5].	22
6.	Transmisión de luz [5].	23
7.	Absorción de luz [5].	23
8.	Refracción de luz [5].	24
9.	Luxómetro [6].	25
10.	Método de la cuadrícula [3].	27

11.	Lámpara LED [7].	30
12.	Parque Miraflores [Autores].	33
13.	Imagen de la cancha de cemento [Autores].	35
14.	Cancha de fútbol grande [Autores].	37
15.	Esquema de medición para la Cancha grande [Autores].	37
16.	Esquema de medición para área recreativa niños [Autores].	40
17.	Esquema de medición para área verde 1 [Autores].	41
18.	Esquema de medición para la caminera principal [Autores].	43
19.	Iluminación deficiente áreas verdes Parque Miraflores [Autores].	49
20.	Plano del Parque Miraflores [Autores].	52
21.	Distribución de luminarias en canchas polideportivas [Autores].	54
22.	Iluminación de cancha nueva 1 [Autores].	56
23.	Mapa de luxes cancha nueva 1 [Autores].	57
24.	Distribución de Luminarias de la cancha grande [Autores].	59
25.	Mapa de luxes cancha grande [Autores].	60
26.	Distribución cancha de volley [Autores].	61
27.	Mapa de luxes- cancha de volley [Autores].	62
28.	Distribución de Luminarias - Pista de atletismo [Autores].	63
29.	Mapa de luxes- Pista de atletismo [Autores].	65
30.	Mapa de luxes- Juegos infantiles [Autores].	66
31.	Mapa de luxes- Pista de bicicletas [Autores].	67
32.	Área recreativa circular [Autores].	68
33.	Mapa de luxes- Área verde 7 [Autores].	69
34.	Patio de comidas [Autores].	73
35.	iluminación de las camineras peatonales del parque [Autores].	74
36.	iluminación del área de la estatua [Autores].	75
37.	Simulación del diseño propuesto para el parque Miraflores	77
38.	Diseño propuesto para el parque Miraflores [Autores].	78
39.	Layout	104

Índice de tablas

1.	Nivel de temperatura para distintos ambientes	17
2.	Inventario de elementos	34
3.	Luminarias dañadas	34
4.	Tabla de datos cancha grande	38
5.	Tabla de datos cancha nueva 1	38

6.	Tabla de datos cancha nueva 2	38
7.	Tabla de datos cancha nueva 3	38
8.	Tabla de datos cancha cemento	38
9.	Tabla de datos cancha cemento 1	38
10.	Tabla de datos cancha cemento 2	38
11.	Tabla de datos cancha volley 1	39
12.	Tabla de datos cancha volley 2	39
13.	Tabla de datos cancha volley doble	39
14.	Tabla de datos área recreativa circular	40
15.	Tabla de datos área recreativa niños	40
16.	Tabla de datos área recreativa 2	41
17.	Tabla de datos área verde 1	41
18.	Tabla de datos área verde 2	41
19.	Tabla de datos área verde 3	42
20.	Tabla de datos área verde	42
21.	Tabla de datos área verde	42
22.	Tabla de datos área verde 6	42
23.	Tabla de datos área verde 7	42
24.	Tabla de datos caminera principal	43
25.	Tabla de datos caminera secundaria	43
26.	Tabla de medición de iluminancia y uniformidad	44
27.	Parámetros fotométricos	45
28.	Tabla de iluminancia y uniformidad de canchas	45
29.	Niveles de Iluminación según Clasificación	46
30.	Valores de Iluminancia y Uniformidad en Diferentes Áreas	46
31.	Comparación de valores de la cancha nueva 1 con los requisitos normativos[Autores]	56
32.	Comparación de iluminancia y uniformidad de las canchas multiuso con la normativa	58
33.	Comparación de valores obtenidos de la cancha grande con los requisitos normativos	60
34.	Resultados de iluminación en las canchas de volley	62
35.	Comparación de valores obtenidos con los requisitos normativos para la pista de atletismo	64
36.	Resultados de la simulación de la zona de juegos infantiles	66
37.	Resultados de la simulación de la pista de bicicross (área recreativa 2)	67
38.	Resultados de la simulación del área recreativa circular	68

39.	Resultados de iluminación en las áreas verdes	70
40.	Comparación entre los valores normados y los valores de diseño para el área del patio de comidas	73
41.	Valores normados y valores de diseño para la caminera principal	74
42.	Valores normados y valores de diseño para la caminera secundaria	75
43.	Valores normados y valores de diseño para el área de la estatua	76
44.	Comparación del cumplimiento normativo del diseño anterior y el nuevo diseño	76
45.	Comparación entre lámparas de sodio y luminarias LED	79
46.	Lista de elementos con precios, diseño actual.	80
47.	Lista de elementos con precios, diseño propuesto.	81
48.	Lista de elementos con precios, diseño técnico nuevo	81
49.	Desglose de costos de mano de obra y equipo - Diseño Propuesto	82
50.	Tabla de zonas y áreas de referencia	105

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1. Antecedentes

A lo largo de la historia, el concepto de iluminación ha experimentado una notable evolución, desde las primeras fogatas hasta la aparición de la lámpara incandescente durante la era industrial. Este avance transformó el uso de la luz en las actividades diarias, mejorando la eficiencia en diversos ámbitos. La innovación sigue presente, y en la actualidad, los LED representan una revolución en el campo de la iluminación, destacándose por su eficiencia energética y capacidad de adaptarse a múltiples aplicaciones. Este desarrollo tecnológico ha ocasionado una nueva forma de concebir la iluminación en entornos urbanos y espacios públicos, generando oportunidades para mejorar la calidad de vida y promover la sostenibilidad ambiental [8].

La iluminación en espacios públicos ha pasado de ser una necesidad funcional a convertirse en un elemento clave dentro del diseño urbano y la mejora de la calidad de vida. Investigaciones previas han demostrado que una iluminación adecuada en parques y áreas recreativas aumenta la seguridad y la comodidad de los usuarios durante la noche, fomenta la actividad física, fortalece la cohesión social y resalta la identidad cultural de los espacios urbanos [9]. En este contexto, el uso de tecnologías avanzadas, como luminarias LED de alta eficiencia energética, sistemas de control inteligente y diseños lumínicos creativos, ha permitido desarrollar soluciones más versátiles, sostenibles y estéticamente atractivas. Estos avances han inspirado a diversas organizaciones a implementar mejoras en la iluminación de sus espacios públicos, creando entornos nocturnos seguros y acogedores para residentes y visitantes [10].

En el caso del Parque Miraflores, uno de los espacios más emblemáticos de la ciudad de Cuenca, se ha identificado la necesidad de mejorar su sistema de iluminación. Las deficiencias actuales representan un obstáculo para el uso efectivo del parque durante la noche, afectando la percepción de seguridad y la experiencia de los usuarios. Además, una iluminación adecuada facilita el disfrute de las actividades recreativas y mejora el confort visual de este

espacio público. Lograr un sistema de iluminación en el Parque Miraflores que cumpla con los estándares establecidos y realce la estética del entorno resulta esencial para enriquecer la vida social y cultural de la comunidad cuencana [8].

La optimización del diseño lumínico en el Parque Miraflores genera un impacto positivo tanto en el ámbito social como en el energético. La implementación de luminarias de alta eficiencia y bajo consumo energético contribuye a un uso eficiente de los recursos. Las características avanzadas de estas luminarias, como su alta calidad lumínica, mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento, favorecen este enfoque. Además, la reducción del consumo de energía eléctrica en el parque impulsa tanto la sostenibilidad económica del proyecto como el respeto al medio ambiente, minimizando la huella de carbono. Esta combinación de eficiencia energética, calidad lumínica y optimización de costos asegura un diseño lumínico que cumple con las exigencias modernas, ofreciendo beneficios a largo plazo tanto para la comunidad como para el entorno natural [11].

1.2. Justificación

La importancia de llevar a cabo este estudio y su posterior diseño lumínico se fundamenta en la necesidad de actualizar las tecnologías aplicadas en la iluminación de espacios públicos en la ciudad de Cuenca. Con el transcurso del tiempo, los diseños lumínicos previamente implementados han quedado obsoletos, ya sea por la utilización de tecnologías poco eficientes o por errores en su diseño. La iluminación funcional, por sí sola, ya no es suficiente; se busca resaltar y embellecer los espacios públicos a través de una iluminación ornamental que realce las características estéticas de los sitios emblemáticos de la ciudad [12].

El caso específico del Parque Miraflores en Cuenca refleja la urgencia de mejorar su diseño lumínico, dado que el sistema actual carece de las características necesarias para una eficiencia energética óptima y no cumple con los estándares actuales. Además, la ineficacia del diseño actual contribuye a que las áreas del parque no sean utilizadas durante las noches, limitando su potencial como espacio público de recreación y encuentro. Se requiere satisfacer las nuevas exigencias en eficiencia energética y sostenibilidad, haciendo de este proyecto una intervención clave para revitalizar este espacio público.

1.3. Grupo Objetivo

El proyecto de mejora en la iluminación del Parque Miraflores ofrece beneficios sociales significativos para la comunidad cuencana y los turistas nacionales e internacionales.

La optimización de la iluminación en este espacio público aumentará su aprovechamiento y potenciará el turismo al resaltar adecuadamente las áreas de ocio y deporte.

La implementación de una iluminación óptima incrementará la seguridad al eliminar zonas con baja iluminación, creando espacios bien iluminados y atractivos que fomentarán el turismo y mejorarán la experiencia de quienes visitan el parque.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar el estado actual del sistema de iluminación del Parque Miraflores y proponer un diseño eléctrico integral que mejore tanto la parte funcional como la ornamental, siguiendo las regulaciones pertinentes y contribuyendo a revitalizar este espacio público emblemático de la ciudad de Cuenca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la iluminación del Parque Miraflores mediante mediciones y análisis lumínicos, asegurando el cumplimiento de normativas nacionales.
- Diseñar un sistema completo para el Parque Miraflores que cumpla con los estándares de iluminación, integrando elementos funcionales y ornamentales.
- Valorar la viabilidad técnica y económica del nuevo diseño lumínico y presentar una propuesta detallada del diseño eléctrico.

CAPÍTULO 2

2. Marco Teórico

2.1. Fundamentos de la Luz

2.1.1. La Luz

La luz se define como la radiación de ondas electromagnéticas las cuales se propagan a través del espacio y tienen la capacidad de producir la percepción visual en los seres humanos. Cuando una carga eléctrica es sometida a una aceleración, se obtiene como resultado ondas electromagnéticas, estas se caracterizan principalmente por su longitud de onda y su velocidad [1].

La luz proveniente del sol es modificada por la absorción atmosférica, alterando así la cantidad de radiación recibida en la tierra, dando lugar al espectro electromagnético el cual se clasifica en tres bandas: ultravioleta, visible e infrarroja [1].

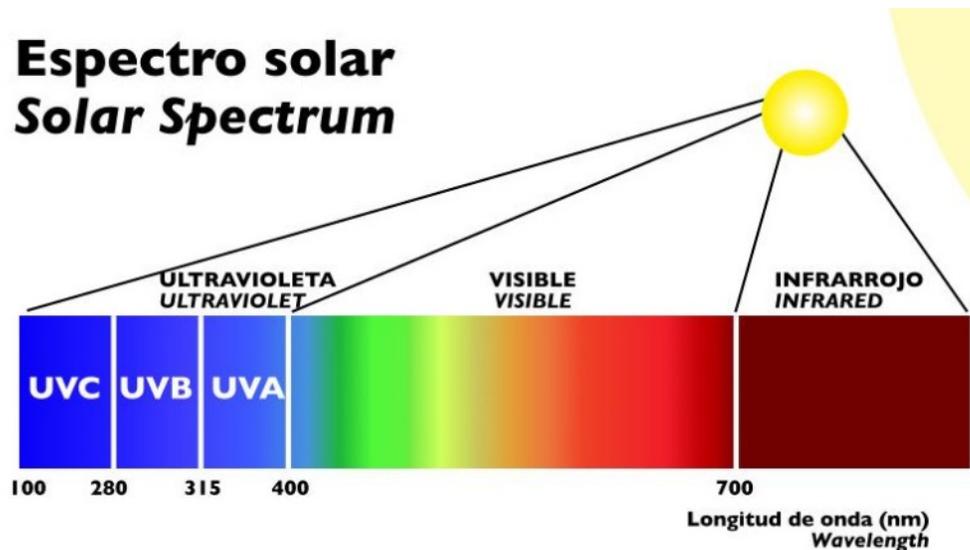


Figura 1: Espectro Electromagnético [1].

En consecuencia, cuando hablamos de "luz", se hace referencia a la radiación electromagnética dentro de la banda visible del espectro, con una

longitud de onda que oscila entre 380 y 780 [1].

2.1.2. El color

El color se considera como una propiedad de la luz, más no como una característica física intrínseca de los objetos, es decir, el color es simplemente una percepción subjetiva del cerebro [1]. La capacidad de percibir el color de un objeto se basa en diversos factores, como la distribución de longitudes de onda que forman la banda visible del espectro y las propiedades de refracción y reflexión del objeto [13].

Los seres humanos y ciertos seres vivos que poseen un desarrollo cerebral significativo tienen la habilidad de percibir los colores. En el caso de los seres humanos, la retina contiene dos tipos de células sensibles a la luz conocidas como bastones y conos. Los bastones responden a niveles bajos de luz, mientras que los conos se activan ante niveles moderados y altos, permitiendo así la distinción de diversas longitudes de onda [13].

2.1.3. Temperatura de color

La temperatura de color no es una medida directa de temperatura, sino un término utilizado para describir el color de diversas fuentes de luz en comparación con la radiación producida por un cuerpo negro. Esta comparación es válida dado que un cuerpo negro cambia de color al aumentar su temperatura, es decir, inicialmente, muestra un tono rojizo, que gradualmente se convierte en naranja, luego en amarillo, seguido de blanco, y finalmente en azul [14].

La temperatura de color es muy importante en el campo de la iluminación, ya que impacta notablemente en el confort de las personas, afectando tanto su ambiente laboral como su estado emocional y percepción visual. Se mide en Kelvin (K) y determina el tono de la luz que produce una fuente. Según el valor de la temperatura de color, la luz se clasifica como cálida si tiene niveles bajos de temperatura de color, neutra si tiene niveles intermedios, y fría si tiene niveles altos [2].



Figura 2: Niveles de temperatura de color [2].

El nivel de temperatura de color es fundamental en la creación de ambientes agradables y funcionales, la elección del nivel depende del tipo de espacio o la actividad que se realice en él, a continuación se detallan algunas recomendaciones generales que son de gran ayuda para elegir un nivel de temperatura de color ideal para diferentes espacios:

Tabla 1: Nivel de temperatura para distintos ambientes

Luz	Nivel de temperatura de color [K]	Ambientes recomendados	Efectos
Cálida	<4500	Hogar, restaurantes, hoteles y área de descanso.	Genera sensación de calidez y confort.
Neutra	4500-5500	Bibliotecas, oficinas, salones de clases y espacios de trabajo en general.	Ofrece una iluminación equilibrada sin alterar de manera significativa la percepción del color del ambiente.
Fría	>5500	Hospitales, talleres y supermercados.	Produce sensaciones de alerta y mejora la percepción de luminosidad, eficaz para espacios que necesiten alta visibilidad y concentración.

2.2. Percepción del ojo humano

El ojo humano percibe la cantidad de luz reflejada por un objeto iluminado. Los niveles de brillo se adaptan a las capacidades del ojo humano; en otras palabras, cuando la iluminación está por debajo de un lux, se percibe como negro y la atención se dirige a rangos superiores de iluminación.

El espectro electromagnético que el ojo humano puede detectar corresponde a la radiación electromagnética en el rango de la luz visible. El ojo humano es sensible a longitudes de onda que van desde los 380 nm hasta los 750 nm, aunque en algunas personas este rango puede extenderse desde los 310 nm hasta los 1050 nm [10].

2.3. Parámetros fotométricos

Los parámetros fotométricos son medidas empleadas específicamente para cuantificar la luz y sus propiedades, describiendo cómo la luz interactúa con el entorno y cómo es percibida por los observadores. Estos parámetros son esenciales para el diseño, análisis y evaluación de sistemas de iluminación [15].

2.3.1. Flujo luminoso (ϕ)

Se define como la potencia o cantidad de energía emitida en forma de radiación luminosa que el ojo humano es capaz de percibir. Se simboliza por la letra griega (ϕ) y su unidad de medida corresponde al lumen (lm) [4].

2.3.2. Intensidad luminosa (I)

Es una magnitud fotométrica que se vincula el flujo luminoso con el ángulo del haz emitido por una fuente luminosa. En otras palabras, mide cuán concentrada está la luz en una dirección específica. Por lo tanto, la intensidad luminosa se inversamente proporcional al ángulo del haz, es decir, a medida que el ángulo aumenta, la intensidad disminuye y viceversa. Se simboliza por la letra (I) y se mide en candelas (cd) [4].

2.3.3. Iluminancia (E)

La iluminancia se define como la cantidad de luz o flujo luminoso que incide sobre una superficie específica. Se representa con el símbolo (E) y se

mide en lux (lx), que equivale a un lumen (lm) por metro cuadrado (m^2) ($1lx = lm/m^2$) [15].

2.3.4. Luminancia (L)

La luminancia es una medida que indica cuán brillante percibimos un superficie desde un ángulo o dirección específica. Se define como la intensidad de luz que se emite en esa dirección, dividida por el área que ocupa la proyección perpendicular de la superficie sobre un plano ortogonal a la dirección definida. Se representa mediante el símbolo (L) y se mide en candela (cd) por metro cuadrado (m^2) (cd/m^2) [15].

Cabe destacar que una superficie puede emitir luz por sí misma o reflejar luz proveniente de otra fuente. Por lo tanto, superficies con diferentes propiedades de reflexión pueden tener la misma iluminancia pero distinta luminancia [15].



Figura 3: Diferencia entre Iluminancia y Luminancia [3].

2.3.5. Rendimiento o eficiencia luminosa

El rendimiento o eficiencia luminosa se refiere a la relación entre la cantidad de luz que es capaz de emitir una fuente luminosa y potencia eléctrica que consume para generar esa cantidad de luz [3]. Es fundamental comprender que la potencia eléctrica total consumida por una lámpara no se transforma completamente en luz visible; una parte se disipa en forma de calor y otra en radiación no visible [4].

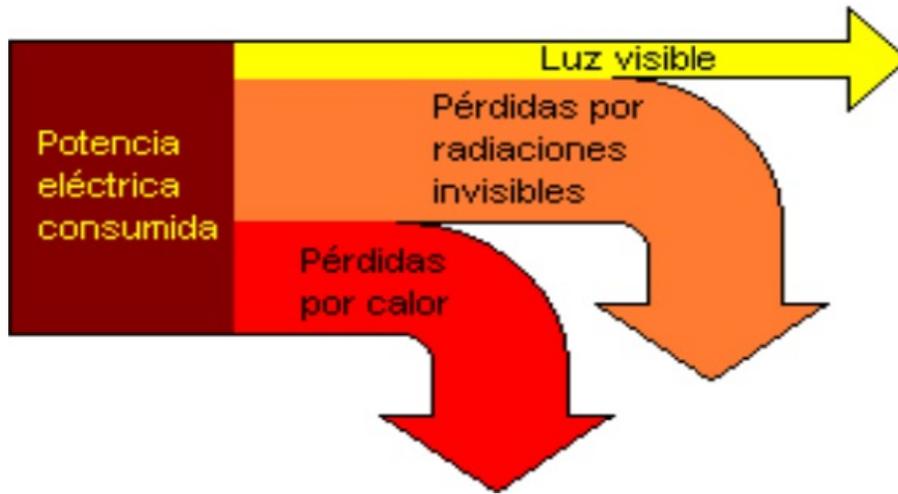


Figura 4: Rendimiento o eficiencia en lámparas [4].

El rendimiento luminoso se determina matemáticamente dividiendo el flujo luminoso entre la potencia eléctrica consumida, y se expresa en lúmenes (lm) por vatio (W) (lm/W) [3].

$$\eta = \frac{\phi}{P} \quad (1)$$

Donde, η es la eficiencia luminosa, ϕ es el flujo luminoso y P es la potencia eléctrica.

2.3.6. Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento indica qué tan rápido una luminaria disminuye su nivel de iluminación especificado o su vida útil en una instalación. Este factor se ve afectado por diversos factores como los componentes de la luminaria, la suciedad acumulada y el envejecimiento natural de las luminarias. Por esta razón, es esencial en las instalaciones de iluminación, ya que proporciona una guía para el mantenimiento de las luminarias y ayuda a planificar el reemplazo de las lámparas [16].

2.4. Uniformidad

La uniformidad nos muestra cómo varía la iluminancia en una área determinada. Para calcularla, se utilizan los siguientes criterios [17].

2.4.1. Uniformidad media

La ecuación para la uniformidad media es:

$$U_g = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (2)$$

Donde:

E_{\min} es el punto donde se encuentra la menor iluminancia.

E_{\max} es el punto donde se encuentra la mayor iluminancia.

2.4.2. Uniformidad general

La ecuación para la uniformidad general es:

$$U_o = \frac{E_{\min}}{E_p} \quad (3)$$

Donde:

E_{\min} es el punto donde se encuentra la menor iluminancia.

E_p este es el valor medio de todos los valores de iluminancia considerados en el cálculo.

2.5. Coeficiente de utilización (CU)

El coeficiente de utilización expresa la proporción del flujo luminoso que alcanza el área de trabajo respecto al flujo luminoso total emitido por la luminaria. Su relevancia radica en que representa la cantidad efectiva de luz aprovechada en el área de trabajo, teniendo en cuenta aspectos como la distribución de la luz, la reflectancia de las superficies y la eficiencia de la luminaria. Además, este coeficiente ayuda a determinar la cantidad de luz necesaria para alcanzar los niveles de iluminación requeridos en espacios o ambientes específicos [18].

2.6. Contaminación lumínica

La contaminación lumínica se refiere al brillo o resplandor de la luz en el cielo nocturno, generado por la reflexión o difusión de la luz artificial debido al uso incorrecto de luminarias o al empleo de luminarias inadecuadas. Además, el mal apantallamiento de la iluminación también contribuye significativamente a este fenómeno [19].

2.7. Propiedades ópticas de la materia

La interacción entre la luz y la materia da lugar a varios fenómenos físicos, como la reflexión, la transmisión, la absorción y la refracción.

2.7.1. Reflexión

La reflexión es un fenómeno óptico que ocurre cuando un rayo de luz incide sobre la superficie de un material y, en lugar de ser absorbida completamente por el material, una parte de la luz rebota y regresa al medio de donde provino [20].

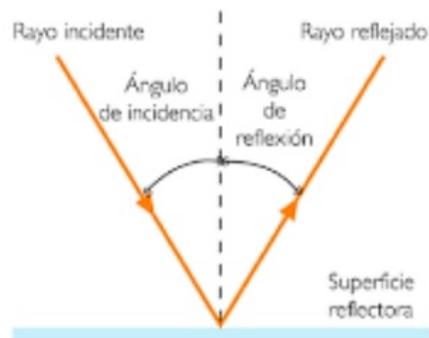


Figura 5: Reflexión de luz [5].

2.7.2. Transmisión

La transmisión de la luz ocurre cuando un rayo luminoso atraviesa cuerpos transparentes o translúcidos. Puede ser dirigida, donde el rayo luminoso experimenta solo variaciones debido a la refracción normal, o difusa, cuando el rayo incidente se dispersa al interactuar con el material [19].

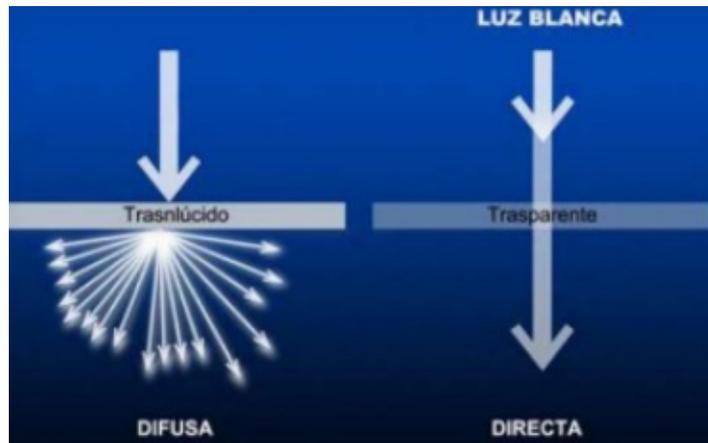


Figura 6: Transmisión de luz [5].

2.7.3. Absorción

La absorción de la luz es una propiedad particular de los cuerpos, en la que, al ser iluminados con luz blanca, absorben total o parcialmente ciertas longitudes de onda del espectro. Este proceso es lo que determina el color de los objetos. Este proceso se conoce como la conversión de energía radiante en otra forma de energía, por lo general en forma de calor [21].

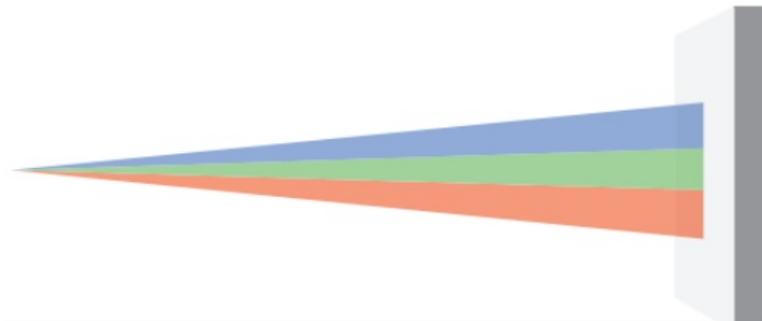


Figura 7: Absorción de luz [5].

2.7.4. Refracción

La refracción de la luz se produce cuando esta cambia de dirección al pasar de un medio transparente a otro de diferente densidad, debido a las

variaciones en la velocidad de propagación de la luz en esos medios materiales [20].

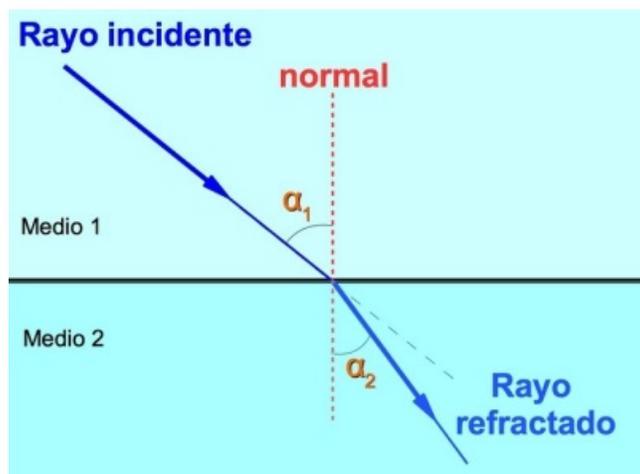


Figura 8: Refracción de luz [5].

2.8. Luxómetro

El luxómetro es un instrumento de alta precisión diseñado para medir la iluminancia en unidades de lux y candelas. Este dispositivo es ampliamente utilizado para evaluar los niveles de iluminación en diversos entornos, tanto interiores como exteriores. Es esencial en la verificación de la iluminación en puestos de trabajo, la adecuación de decoraciones y la planificación de espacios públicos [6].

El manejo del luxómetro es relativamente sencillo, permitiendo su uso incluso por personas sin formación especializada. Sin embargo, es necesario considerar varios factores al realizar las mediciones, como la selección adecuada de las escalas de medición, la distancia entre el luxómetro y el objeto, y el ángulo de incidencia de la luz en el sensor, para garantizar resultados precisos y confiables [6].



Figura 9: Luxómetro [6].

2.9. Normativas y Regulaciones

En el desarrollo del presente trabajo, se consideran las normativas ecuatorianas vigentes relacionadas con los sistemas de alumbrado público y diseño técnico de iluminación. Estas regulaciones son fundamentales para garantizar que la propuesta cumpla con los estándares de seguridad, eficiencia y calidad requeridos. A continuación, se describen las principales normativas y regulaciones utilizadas:

2.9.1. RTE INEN 069

El *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069* establece los requisitos mínimos para luminarias destinadas a alumbrado público, considerando aspectos como eficiencia energética, resistencia mecánica, seguridad eléctrica y fotometría. Este reglamento asegura que los dispositivos utilizados cumplan con especificaciones técnicas que contribuyen al ahorro energético y a la

sostenibilidad ambiental, factores esenciales en proyectos de modernización del alumbrado público.

2.9.2. Regulación ARCERNNR 006/20

La *Regulación Nro. ARCERNNR 006/20*, emitida por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), establece los lineamientos técnicos y operativos para la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de alumbrado público. Esta regulación incluye parámetros relacionados con niveles de iluminación, uniformidad, seguridad operativa y eficiencia en el consumo eléctrico, garantizando así el cumplimiento de estándares nacionales para un servicio confiable y eficiente.

2.10. Método de la cuadrícula

El método de la cuadrícula es una técnica utilizada para medir la iluminación en un área específica. Este procedimiento consiste en delimitar un espacio rectangular o cuadrado en el cual se realizarán las mediciones de iluminancia, definida como la cantidad de luz que incide en un punto, medida en lux (lx). Estas mediciones se llevan a cabo con un equipo especializado conocido como luxómetro [3].

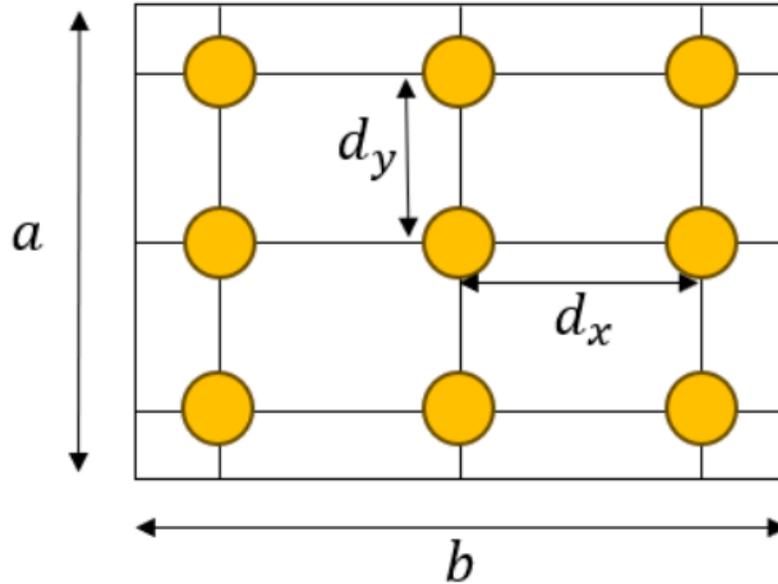


Figura 10: Método de la cuadrícula [3].

El fundamento de este método radica en la subdivisión del área delimitada en secciones simétricas y cuadradas. Para aplicar correctamente este método, es esencial considerar las dimensiones del área, incluyendo el largo, ancho y la altura del montaje [22].

Para determinar el número mínimo de puntos de medición dentro del área, se utiliza un factor "K", conocido como índice local, que juega un papel crucial en la ecuación (5):

$$\text{Índice local (K)} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de Montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad (4)$$

Una vez calculado el índice local, se procede a determinar el número de puntos necesarios utilizando la siguiente ecuación:

$$N = (K + 2)^2 \quad (5)$$

Con esta información, se puede establecer el número mínimo de puntos de medición requeridos. Como paso final en este método, se calcula la iluminancia promedio utilizando [23]:

$$E_{\text{medida}} = \frac{\sum \text{Valores medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}} \quad (6)$$

2.11. Iluminación LED

Con el avance tecnológico y el creciente enfoque de los mercados eléctricos en la energía renovable, se ha vuelto fundamental optimizar el uso de luminarias que contribuyan a la eficiencia energética. La reducción del consumo de energía eléctrica se ha convertido en una prioridad, y junto con otras ventajas, ha impulsado la adopción predominante de la tecnología LED en los diseños de iluminación modernos [12].

2.11.1. Tecnología LED

El término LED, acrónimo de Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz), se refiere a un componente optoelectrónico pasivo. Funciona como un diodo tradicional, permitiendo el flujo de corriente en una sola dirección. Inicialmente utilizado como indicador de tensión y corriente, el LED ha evolucionado para convertirse en un elemento esencial en la iluminación y el alumbrado público contemporáneo [12].

2.12. Tipo de luminarias

Para asegurar la seguridad nocturna y fomentar un ambiente agradable en parques y espacios públicos, es fundamental que las lámparas proporcionen una iluminación adecuada y uniforme. Los tipos de lámparas comúnmente empleadas en estos entornos son:

2.12.1. Lámparas de vapor de sodio

La lámpara de sodio es una fuente de iluminación eficiente que utiliza vapor de sodio para generar luz, ofreciendo un alto rendimiento lumínico. Su luz característica es de color amarillo brillante y se clasifica en dos tipos principales:

- **Vapor de sodio a baja presión (SBP):** Destacan por su alta eficiencia, alcanzando más de 200 lm/W. Sin embargo, su capacidad de reproducción cromática es limitada [24].

- **Vapor de sodio a alta presión (SAP):** Son comunes en el alumbrado público gracias a su mejor reproducción cromática en comparación con las de baja presión, aunque no es óptima. Su rendimiento varía entre 100 y 150 lm/W [24].

2.12.2. Lámparas de vapor de mercurio

Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión están compuestas por un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, que incluye dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque. La luz que emiten tiene un característico color azul verdoso, careciendo de radiaciones rojas. Para solucionar esta deficiencia, se suelen añadir sustancias fluorescentes que emiten en esta zona del espectro, mejorando así las características cromáticas de la lámpara. No obstante, también existen bombillas completamente transparentes que son adecuadas para aplicaciones donde no se requiera una reproducción precisa de los colores [24].

2.12.3. Lámpara LED

A diferencia de otros tipos de lámparas, las lámparas LED no contienen filamentos, gas, ni ampollas de vidrio. En su interior, se encuentra un material semiconductor responsable de su funcionamiento. El aspecto más destacado de las lámparas LED es su alta eficiencia lumínica, lo que se traduce en un ahorro significativo de energía. Comparadas con las fuentes de luz convencionales, las lámparas LED ofrecen varias ventajas [7]:

- Bajo consumo de energía
- Mayor vida útil
- Generación mínima de calor
- Disponibilidad en varios colores
- Bajos niveles de contaminación

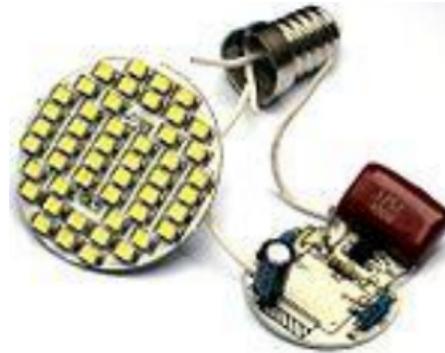


Figura 11: Lámpara LED [7].

2.13. Eficiencia energética

La eficiencia energética abarca todas las medidas y cambios que resultan en una disminución del consumo de energía necesario para llevar a cabo una tarea específica o para proporcionar un servicio energético, como la iluminación, la calefacción, etc. La reducción en el consumo de energía tiene un impacto significativo en el avance tecnológico, la organización y gestión eficiente de un sector específico, y en la mejora de su eficiencia económica. La eficiencia energética afecta a todos los sectores de la economía global de manera uniforme y se reconoce internacionalmente como una estrategia eficaz para abordar desafíos como la seguridad energética, el cambio climático y la transferencia tecnológica, entre otros [25].

En el ámbito de la iluminación, la eficiencia energética se refiere a la relación entre la cantidad de luz producida y la energía utilizada para generarla. Su objetivo es satisfacer los requerimientos visuales, creando entornos saludables mediante el uso de nuevas tecnologías para reducir el consumo de energía. Además, se enfoca en proteger la salud de las personas y reducir el impacto ecológico al minimizar el uso de recursos y costos. Actualmente, a nivel mundial, existen políticas destinadas a optimizar la eficiencia energética en la iluminación, esto se debe a que la iluminación es uno de los principales usos de la energía y representa una parte considerable del consumo total. Por lo tanto, implementar mejoras en la eficiencia de la iluminación puede generar grandes ahorros, con relativa facilidad en su aplicación [3]-[25].

2.14. DIALux

El software DIALux es una herramienta especializada para el diseño de instalaciones lumínicas en espacios interiores y exteriores. Este programa facilita la creación de proyectos de iluminación al permitir la integración con software de diseño gráfico como AutoCAD, optimizando así el proceso de diseño [26].

DIALux ofrece la capacidad de visualizar gráficos en 3D, generar diagramas detallados de la distribución lumínica, y seleccionar luminarias específicas. Además, proporciona datos cuantitativos y gráficos sobre los niveles de iluminación, lo que permite un análisis exhaustivo del espacio en estudio y asegura que se cumplan los requisitos de iluminación establecidos [26].

2.15. Alumbrado público ornamental

Es la iluminación de zonas como parques, plazas, iglesias, monumentos y similares, que difiere de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general, dado que éstos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, o por el órgano estatal competente [27].

3. Análisis del Sistema de Alumbrado Actual en el Parque Miraflores, Cuenca

3.1. Introducción al Estado Actual del Sistema de Alumbrado

El sistema de alumbrado actual del Parque Miraflores presenta diversas deficiencias que comprometen su funcionalidad y reducen la calidad de la experiencia para los usuarios. Actualmente, el sistema de alumbrado utiliza tecnologías obsoletas con baja eficiencia energética, lo que se traduce en un elevado consumo eléctrico y altos costos de mantenimiento. En consecuencia, estas tecnologías presentan un desempeño insuficiente al requerir un mayor uso de recursos energéticos. Asimismo, el sistema de iluminación funcional actual no cumple con los estándares vigentes, y carece de una iluminación ornamental adecuada que realce la estética de los diversos espacios. Esto

provoca que algunas áreas del parque presenten niveles insuficientes de iluminación, afectando tanto la seguridad como el confort visual durante la noche. Las limitaciones mencionadas anteriormente dificultan el uso pleno del parque como un espacio recreativo y social durante la noche, lo que hace imprescindible una actualización tecnológica de su sistema de iluminación y su diseño.

Sin embargo, antes de proponer cualquier mejora al sistema actual, es esencial realizar un análisis técnico detallado del estado del Parque Miraflores para identificar con precisión las deficiencias del sistema de iluminación existente, como la baja calidad lumínica, la cantidad y calidad de las luminarias, el incumplimiento de estándares modernos, el consumo energético ineficiente, entre otros factores técnicos. Este análisis brindará una base sólida para desarrollar soluciones innovadoras y ajustadas a las necesidades específicas del espacio, optimizando recursos y asegurando que cualquier propuesta esté debidamente fundamentada, sea sostenible y tenga la capacidad de revitalizar este lugar emblemático.

3.2. Tipo de Luminarias Existentes

3.2.1. Descripción de Luminarias

El estado actual del alumbrado en el Parque Miraflores se caracteriza por una mezcla de luminarias, lo que provoca una deficiencia considerable en la iluminación. El sistema de alumbrado está compuesto por dos tipos de luminarias: las de vapor de sodio de doble potencia y las LED. Por un lado, las luminarias de vapor de sodio, actualmente obsoletas debido a su baja eficiencia energética, resultan inadecuadas para cumplir con las necesidades actuales. Por otro lado, las luminarias LED, más modernas y eficientes, están distribuidas de manera inadecuada, lo que genera un incumplimiento de los estándares de iluminación vigentes.



Figura 12: Parque Miraflores [Autores].

El Parque Miraflores cuenta con 174 luminarias distribuidas en distintas zonas, incluyendo canchas, juegos infantiles, espacios deportivos, camineras peatonales, una pista de atletismo, áreas recreativas y espacios verdes. De estas, 136 son de vapor de sodio y 38 de tecnología LED, proporcionando una iluminación diversa en el parque.

3.2.2. Inventario de Elementos Existentes

Tras un análisis de campo, se han identificado los diversos elementos específicos y relevantes del Parque Miraflores, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2: Inventario de elementos

Elemento	Total
Luminarias LED 200W	30
Luminarias de vapor de sodio 200W	136
Lámparas decorativas 70W	8
Postes de plástico reforzado con fibra de vidrio 12m	18
Postes de plástico reforzado con fibra de vidrio 14m	1
Postes de hormigón 12m	24
Postes de hormigón 14m	17

3.2.3. Condiciones de Operación

Asimismo, durante el análisis de campo, se identificaron las luminarias específicas que presentan deterioro o daños y que no están en funcionamiento, por lo que requieren el mantenimiento correspondiente. Esta información se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3: Luminarias dañadas

Elemento	Total Defectuosas
Luminarias LED 200W	2
Luminarias de vapor de sodio 200W	59

3.3. Medición y Análisis de la Iluminancia

3.3.1. Metodología de Medición y Datos Medidos

Para recopilar y evaluar la iluminación en las distintas áreas del parque, se ha utilizado el método de la cuadrícula, descrito en el apartado 2.10. Este método permite obtener mediciones precisas de la iluminancia en superficies específicas, basándose en la subdivisión del área de estudio en secciones simétricas, lo que facilita una distribución homogénea de los puntos de medición.



Figura 13: Imagen de la cancha de cemento [Autores].

Proceso de medición:

Delimitación del área de estudio:

Se definieron áreas rectangulares y cuadradas en diversos puntos estratégicos del Parque Miraflores, como canchas, zonas de juegos recreativos, áreas verdes, entre otros.

Cálculo de números de puntos de medición: Posteriormente, se calculó el índice local K , a partir del cual se determinó el número mínimo de puntos de medición N .

Distribución de puntos de medición:

Una vez determinado el número mínimo de puntos de medición, se subdividió el área de forma equidistante para realizar las mediciones, garantizando una cobertura uniforme del área en análisis.

Instrumento utilizado para la medición:

Para las mediciones se utilizó un luxómetro, dispositivo especializado en medir la iluminancia, que permite obtener datos precisos sobre la cantidad de luz que incide en cada punto de medición.

Condiciones de medición:

Las mediciones se realizaron alrededor de las 20:00 horas, en una noche despejada. En algunas áreas, se observaron sombras generadas por los árboles, mientras que otras estaban completamente despejadas. Se aseguró que las luminarias estuvieran encendidas y funcionando en su condición normal, con el fin de garantizar la veracidad de los resultados.

Determinación de la iluminación promedio:

Una vez obtenidos los datos, se calculó la iluminancia promedio de las diferentes zonas en análisis.

Esta metodología ha permitido diagnosticar de manera detallada los niveles de iluminación en el Parque Miraflores, lo que facilitará la posterior verificación de que las distintas zonas cumplan con las normativas vigentes.

Datos Medidos:

Para visualizar mejor la recolección de datos en las distintas áreas analizadas, se ha representado gráficamente el esquema de medición de iluminancia en canchas, áreas recreativas, áreas verdes y camineras peatonales.



Figura 14: Cancha de fútbol grande [Autores].

Cancha grande:

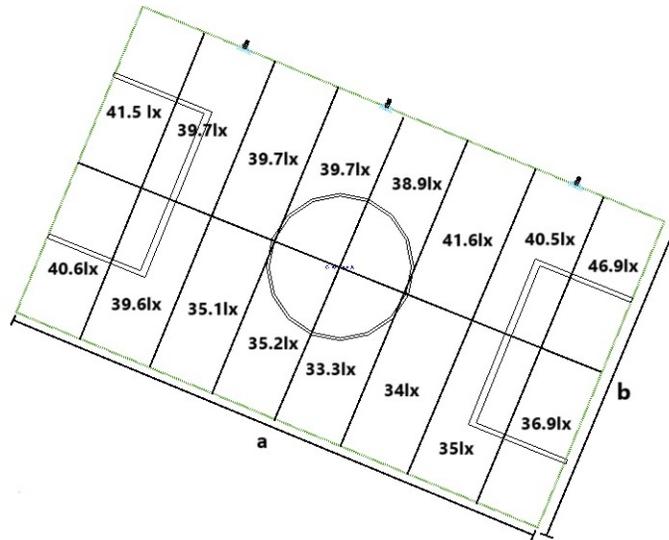


Figura 15: Esquema de medición para la Cancha grande [Autores].

Tabla 4: Tabla de datos cancha grande

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha Grande	10,3	56	32	1,98	15,82	16	38,6	0,86

Cancha nueva 1:

Tabla 5: Tabla de datos cancha nueva 1

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 1	10,3	30	18	1,09	9,56	10	82,42	0,9

Cancha nueva 2:

Tabla 6: Tabla de datos cancha nueva 2

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 2	10,3	30	18	1,09	9,56	10	82,93	0,9

Cancha nueva 3:

Tabla 7: Tabla de datos cancha nueva 3

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 3	10,3	30	18	1,09	9,56	10	82,54	0,92

Cancha cemento grande:

Tabla 8: Tabla de datos cancha cemento

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento grande	12,1	31	20	1,00	9,03	10	11,71	0,65

Cancha cemento 1:

Tabla 9: Tabla de datos cancha cemento 1

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento 1	10,3	30	18	1,09	9,56	10	60,29	0,55

Cancha cemento 2:

Tabla 10: Tabla de datos cancha cemento 2

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento 2	12,10	20	35	1,05	9,31	10	16,5	0,75

Cancha volley 1:

Tabla 11: Tabla de datos cancha volley 1

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha volley 1	12.10	10	19	0.54	6.46	8	13.05	0,72

Cancha volley 2:

Tabla 12: Tabla de datos cancha volley 2

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha volley 2	12.10	10	20	0.55	6.51	8	11.00	0,84

Cancha volley doble:

Tabla 13: Tabla de datos cancha volley doble

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha volley doble	10.30	19	20	0.95	8.68	10	30.96	0.8

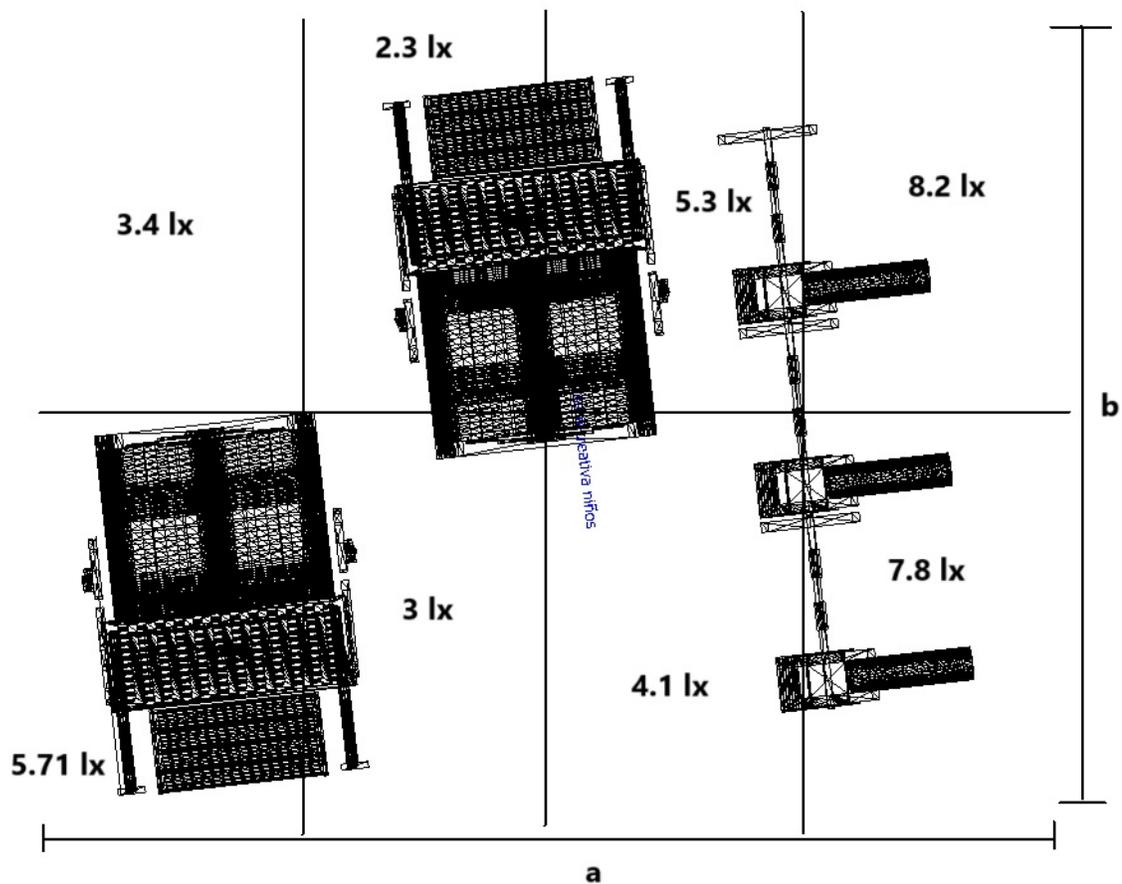


Figura 16: Esquema de medición para área recreativa niños [Autores].

Área recreativa circular:

Tabla 14: Tabla de datos área recreativa circular

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad U _o
Área recreativa circular	10.30	20.2	21.7	1.02	9.09	10	5.83	0.51

Área recreativa niños:

Tabla 15: Tabla de datos área recreativa niños

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad U _o
Área recreativa niños	12.10	20	19	0.81	7.87	8	4.97	0.46

Área recreativa 2:

Tabla 16: Tabla de datos área recreativa 2

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área recreativa 2	12.10	16.3	56.4	1.05	9.27	10	13.71	0.72

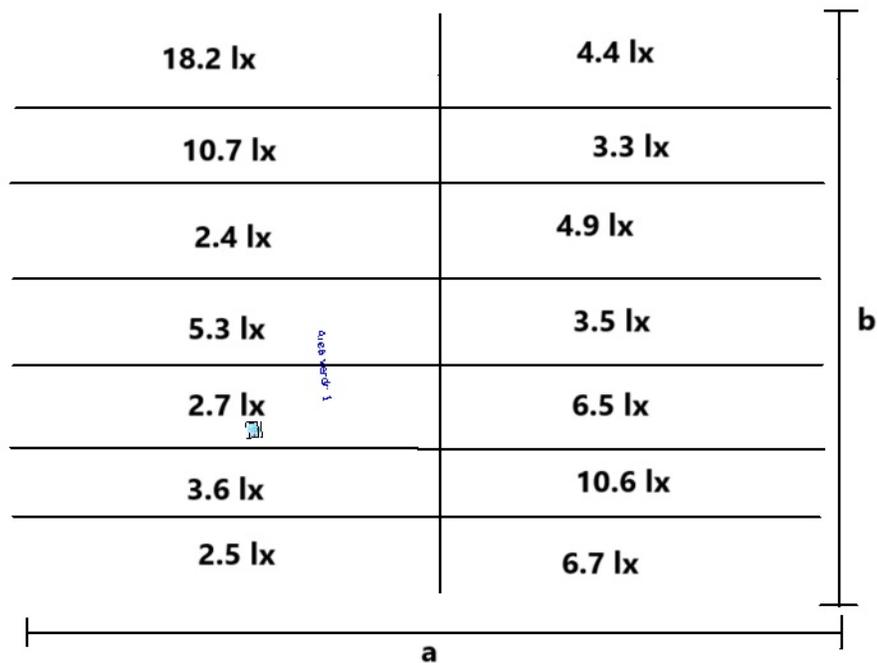


Figura 17: Esquema de medición para área verde 1 [Autores].

Área verde 1:

Tabla 17: Tabla de datos área verde 1

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 1	10.3	49	30	1.81	14.49	14	6.09	0.39

Área verde 2:

Tabla 18: Tabla de datos área verde 2

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 2	10.3	18	41.4	1.22	10.36	10	6.05	0.63

Área verde 3:

Tabla 19: Tabla de datos área verde 3

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 3	10.3	36	20	1.25	10.55	10	21.44	0.62

Área verde 4:

Tabla 20: Tabla de datos área verde

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 4	12.1	35	25	1.21	10.27	10	14.43	0.76

Área verde 5:

Tabla 21: Tabla de datos área verde

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 5	10.3	12.2	38	0.90	8.39	8	40.26	0.70

Área verde 6:

Tabla 22: Tabla de datos área verde 6

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 6	12.10	20.7	41.4	1.14	9.86	10	11.11	0.32

Área verde 7:

Tabla 23: Tabla de datos área verde 7

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad Uo
Área verde 7	10.30	30.5	23	1.27	10.71	10	11.6	0.74

Es importante señalar que el Parque Miraflores no cuenta con luminarias específicas para los camineras peatonales o senderos. Sin embargo, para el análisis, se han recopilado datos en puntos estratégicos donde la iluminación proviene indirectamente de luminarias cercanas. Esto permite evaluar y comparar los resultados con los estándares establecidos en la normativa.

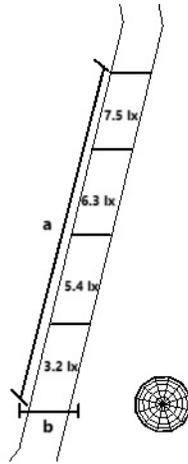


Figura 18: Esquema de medición para la caminera principal [Autores].

Caminera principal:

Tabla 24: Tabla de datos caminera principal

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad U _o
Caminera principal	12.1	6	1	0.07	4.29	4	5.6	0.57

Caminera secundaria:

Tabla 25: Tabla de datos caminera secundaria

Área	h [m]	a [m]	b [m]	k	N	N mínimo	E medida [lx]	Uniformidad U _o
Caminera secundaria	10.3	4	1	0.08	3	4	4.38	0.8

Finalmente, no se han tomado datos de la pista de atletismo, ya que no cuenta con luminarias específicas para su iluminación. Es importante destacar que, si bien el diseño original sí incluía luminarias para este espacio, con el paso de los años estas se han deteriorado debido a la falta de mantenimiento, hasta ser finalmente retiradas. Actualmente, se desconoce si serán reemplazadas o si la pista quedará sin iluminación de manera indefinida.

3.3.2. Interpretación de datos medidos

A continuación, se presenta una tabla con los valores de iluminancia obtenidos en las diferentes áreas del Parque Miraflores.

Tabla 26: Tabla de medición de iluminancia y uniformidad

Área	Emedida [lx]	Uniformidad U _o
Cancha Grande	38,60	0,86
Cancha nueva 1	82,42	0,90
Cancha nueva 2	82,93	0,86
Cancha nueva 3	82,54	0,92
Cancha cemento grande	11,71	0,65
Cancha cemento 1	60,29	0,80
Cancha cemento 2	16,50	0,75
Cancha voley 1	13,05	0,75
Cancha voley 2	11,00	0,84
Cancha voley doble	30,96	0,76
Área recreativa circular	5,34	0,60
Área recreativa niños	4,98	0,46
Área recreativa 2	13,71	0,73
Área verde 1	6,09	0,95
Área verde 2	6,05	0,91
Área verde 3	21,44	0,75
Área verde 4	31,21	0,76
Área verde 5	40,26	0,86
Área verde 6	11,11	0,70
Área verde 7	11,60	0,74
Caminera principal	5.6	0.57
Caminera secundaria	4.38	0.8

Estos valores evidencian cómo los niveles de iluminancia varían según el área analizada. Posteriormente, se compararán con la normativa correspon-

diente para evaluar el estado actual del sistema de iluminación del Parque Miraflores.

3.3.3. Comparación con la Normativa RTE INEN 069 y Regulación ARCERNNR 006/20

De acuerdo con la Regulación ARCERNNR 006/20, específicamente en el Artículo 9 sobre Parámetros Fotométricos de los Escenarios Deportivos, estos deberán cumplir con los niveles de iluminancia establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 27: Parámetros fotométricos

Descripción:	Iluminancia Promedio mínimo [lx]	Uniformidad $U_o \geq$
Canchas deportivas de uso múltiple y recreativo	50	0.4

Tabla 28: Tabla de iluminancia y uniformidad de canchas

Área	Emedida [lx]	Uniformidad U_o	Cumple Ilum. mínima	Cumple Uniformidad
Cancha Grande	38,60	0,86	No	Sí
Cancha nueva 1	82,42	0,90	Sí	Sí
Cancha nueva 2	82,93	0,90	Sí	Sí
Cancha nueva 3	82,54	0,92	Sí	Sí
Cancha cemento grande	11,71	0,65	No	Sí
Cancha cemento 1	60,29	0,55	Sí	Sí
Cancha cemento 2	16,50	0,75	No	Sí
Cancha voley 1	13,05	0,72	No	Sí
Cancha voley 2	11,00	0,84	No	Sí
Cancha voley doble	30,96	0,80	No	Sí

Con los resultados obtenidos y en comparación con la Regulación ARCERNNR 006/20, se destaca que el 60 % de las canchas analizadas no cumplen con la iluminancia mínima requerida. Sin embargo, se evidencia que el

100 % de ellas cumplen con la uniformidad establecida por la regulación.

Para las demás áreas recreativas, camineras peatonales y áreas verdes, hemos tomado como referencia la Normativa RTE INEN 069, la cual establece que la uniformidad mínima de iluminancia debe ser de 0.4. Además, para los niveles de iluminancia que especifica se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 29: Niveles de Iluminación según Clasificación

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

Tabla 30: Valores de Iluminancia y Uniformidad en Diferentes Áreas

Área	Emedida [lx]	Uniformidad Uo	Cumple Ilum. mínima	Cumple Uniformidad
Área recreativa circular	5,83	0,51	No	Sí
Área recreativa niños	4,98	0,46	No	Sí
Área recreativa 2	13,71	0,72	Sí	Sí
Área verde 1	6,09	0,39	No	No
Área verde 2	6,05	0,63	No	Sí
Área verde 3	21,44	0,62	Sí	Sí
Área verde 4	14,43	0,76	Sí	Sí
Área verde 5	40,26	0,70	Sí	Sí
Área verde 6	11,11	0,32	Sí	No
Área verde 7	11,60	0,74	Sí	Sí
Caminera principal	5.6	0.57	No	Sí
Caminera secundaria	4.38	0.8	No	Sí

De acuerdo con los resultados obtenidos y en comparación con la Normativa RTE INEN 069, se evidencia que el 66.67 % de las áreas recreativas y el 28.6 % de las áreas verdes no cumplen con la iluminancia mínima establecida. En cuanto a la uniformidad, el 100 % de las áreas recreativas cumplen con los requisitos establecidos, mientras que el 28.6 % de las áreas verdes no cumplen con lo exigido por la normativa.

Para las camineras peatonales, los datos obtenidos indican que el 100 % de las camineras peatonales no cumplen con la iluminancia mínima establecida por la normativa. Sin embargo, en las áreas estratégicas donde se tomaron las mediciones, la uniformidad cumple al 100 %. No obstante, esto no permite concluir que la uniformidad sea adecuada para todo el recorrido, ya que el análisis se basó en una sección limitada.

3.4. Análisis de las Deficiencias del Sistema Actual

3.4.1. Identificación de Problemas e Impacto en la Seguridad y Funcionalidad

A partir del análisis de los datos obtenidos y su comparación con las normativas vigentes, se identifican los siguientes problemas en el sistema de alumbrado del Parque Miraflores:

- El 60 % de las canchas deportivas analizadas no alcanzan la iluminancia mínima requerida de 50 lx, lo que compromete la seguridad, la visibilidad y el desempeño de los jugadores, aumentando el riesgo de accidentes y fatiga visual. Esta deficiencia también limita el uso de las instalaciones en horario nocturno, genera una sensación de inseguridad en la comunidad y afecta tanto la calidad del juego como el mantenimiento de las canchas, dificultando la promoción de la actividad deportiva.

- La deficiencia en iluminancia de las áreas recreativas, con valores entre 4,98 lx y 5,83 lx, tiene un impacto negativo significativo. La visibilidad insuficiente aumenta el riesgo de accidentes, caídas o lesiones, especialmente en actividades que requieren atención visual, como caminar o practicar deportes en condiciones de baja luminosidad. Además, la falta de iluminación adecuada afecta la percepción de seguridad y bienestar de los usuarios, generando incomodidad o temor, particularmente durante la noche. Esta deficiencia, al

estar muy por debajo del mínimo de 30 lx establecido por la RTE INEN 069, no solo podría infringir normativas, sino que también reduce la calidad del entorno y limita la funcionalidad de las áreas recreativas.

-En el Parque Miraflores, la falta de iluminación adecuada en un 28.6 % de sus áreas verdes podría generar un entorno propenso a situaciones de inseguridad, especialmente durante las horas nocturnas. La escasa visibilidad en algunas zonas del parque puede incrementar el riesgo de delitos, como robos o agresiones, y además puede disuadir a las personas de disfrutar del espacio en horas nocturnas.

-En cuanto a la uniformidad, aunque las canchas deportivas cumplen con el requisito de iluminación adecuada, el 28.6 % de las áreas verdes no alcanzan la uniformidad mínima establecida. Esto incluye zonas como el área verde 1 y el área verde 6, donde se producen sombras o contrastes de iluminación inapropiados, lo que afecta tanto la visibilidad como la seguridad de los usuarios. Estas variaciones en la iluminación pueden generar un ambiente de inseguridad, ya que las áreas más oscuras se vuelven más susceptibles a actividades delictivas, como robos o agresiones. Además, la falta de un equilibrio en la iluminación afecta la comodidad y la sensación de seguridad de los visitantes, quienes podrían evitar estas zonas, especialmente de noche, lo que limita el uso de las áreas verdes y reduce la interacción social en el parque.

-Por último, la falta de iluminación adecuada en las camineras peatonales del Parque Miraflores compromete la seguridad de los visitantes, aumentando el riesgo de accidentes y actos delictivos. Aunque en ciertas áreas estratégicas la uniformidad de la iluminación es adecuada, esto no garantiza condiciones óptimas en todo el recorrido. Esta deficiencia también limita la funcionalidad del parque durante la noche, reduciendo su accesibilidad y afectando su percepción como un espacio seguro y atractivo para la comunidad.



Figura 19: Iluminación deficiente áreas verdes Parque Miraflores [Autores].

3.5. Conclusiones del Análisis del Estado Actual

3.5.1. Resumen de Hallazgos

El análisis del sistema de alumbrado del Parque Miraflores revela deficiencias significativas que afectan la seguridad y funcionalidad del espacio. El 60 % de las canchas deportivas no alcanzan el mínimo requerido de 50 lx, mientras que las áreas recreativas presentan valores entre 4,98 lx y 5,83 lx, muy por debajo del estándar de 30 lx según la RTE INEN 069, lo que aumenta el riesgo de accidentes y reduce la percepción de seguridad. Además, un 28.6 % de las áreas verdes tienen iluminación deficiente, creando entornos propensos a la inseguridad y desincentivando su uso nocturno. A esto se suma la falta de iluminación adecuada en las camineras peatonales, lo que compromete aún más la seguridad de los visitantes y limita la funcionali-

dad del parque en horario nocturno. Si bien en ciertas zonas estratégicas la uniformidad lumínica es adecuada, esto no garantiza condiciones óptimas en todo el recorrido, ya que se identificaron problemas de sombras y contrastes que afectan la visibilidad y comodidad de los visitantes.

3.5.2. Recomendaciones Preliminares

Para mejorar la seguridad y funcionalidad del Parque Miraflores, es necesario optimizar el sistema de alumbrado en todas sus áreas. En primer lugar, se debe incrementar la iluminancia en las canchas deportivas, garantizando que alcancen el mínimo requerido de 50 lx para mejorar la visibilidad y reducir el riesgo de accidentes. Del mismo modo, es necesario reforzar la iluminación en las áreas recreativas, donde los niveles actuales están muy por debajo del estándar de 30 lx, afectando la seguridad y el uso del espacio en horario nocturno. Asimismo, se recomienda intervenir en las áreas verdes con iluminación insuficiente, instalando luminarias estratégicamente ubicadas para minimizar zonas oscuras y fortalecer la percepción de seguridad. Finalmente, resulta conveniente corregir los problemas de uniformidad lumínica en las áreas verdes, evitando contrastes excesivos y sombras que comprometan la visibilidad. La implementación de estas mejoras permitirá desarrollar un diseño eficiente que garantice una iluminación óptima y un entorno más seguro y accesible para la comunidad.

4. Propuesta de Diseño

El diseño propuesto busca optimizar los espacios del Parque Miraflores mediante una correcta iluminación que aproveche todas sus áreas: canchas deportivas, camineras, áreas verdes, ciclovías, zonas para correr y espacios recreativos. Además, se busca realzar estos lugares con un diseño de alumbrado ornamental utilizando tecnología LED, que domina el mercado por su eficiencia energética y su balance entre calidad y costo. No se utilizará tecnología de sodio debido a su mayor consumo y menor eficiencia luminosa. Se seleccionará una luminaria de luz fría para mejorar la visibilidad y seguridad del parque.

El diseño propuesto está alineado con las normativas previamente mencionadas, buscando cumplir con niveles óptimos de iluminación. Además de

cuidar el aspecto estético, se garantizará que el diseño no genere contaminación lumínica ni deslumbramiento excesivo. Además, la implementación de tecnología LED asegura una mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento a largo plazo, contribuyendo a la sostenibilidad del parque. Esto refuerza la identidad del espacio, creando un entorno más seguro y acogedor para los usuarios, al tiempo que se prioriza el ahorro energético y la reducción de la contaminación.

El diseño se analizará por áreas, considerando aspectos fundamentales y criterios establecidos en la normativa vigente. Esto permitirá identificar las necesidades específicas de cada espacio y, a partir de este diagnóstico, elaborar un diseño que garantice niveles óptimos de iluminación según las características y usos de cada zona. Este enfoque asegura que cada espacio del parque cuente con una iluminación adecuada y funcional, acorde a sus requerimientos específicos.

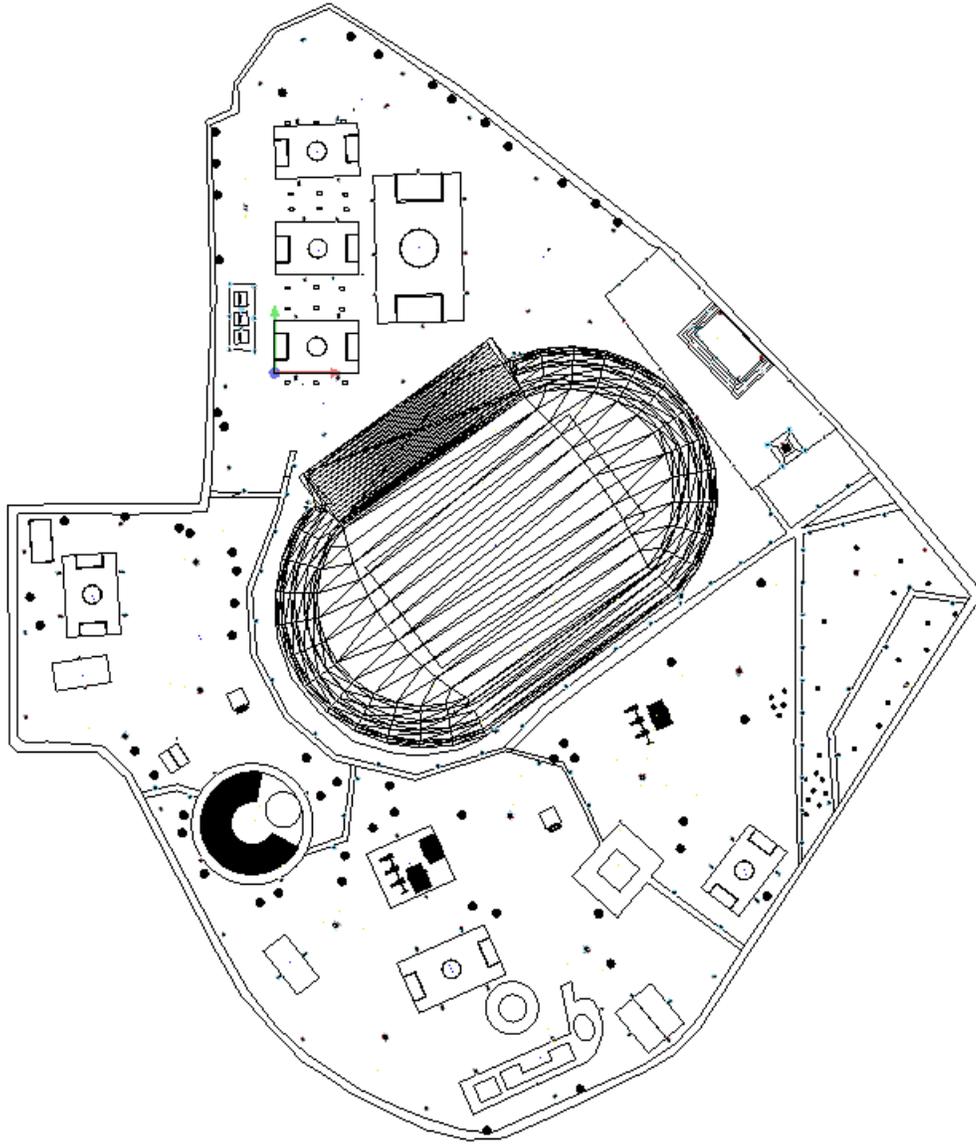


Figura 20: Plano del Parque Miraflores [Autores].

4.1. Diseño Técnico

El diseño técnico se enfoca en garantizar el cumplimiento de los niveles lumínicos y de uniformidad establecidos en las normativas. Para ello, se plantea una solución óptima adaptada a cada espacio del parque, asegurando que cada zona cuente con la iluminación mínima requerida según su función y necesidades específicas. Este enfoque permite cumplir con los estándares reglamentarios, mejorar la visibilidad, aumentar la seguridad y proporcionar un mayor confort visual en todas las áreas intervenidas.

4.1.1. Canchas Deportivas Multiuso

En el diseño de iluminación para las canchas deportivas multiuso del Parque Miraflores se busca garantizar niveles óptimos de iluminancia y uniformidad, asegurando condiciones adecuadas para la práctica deportiva en horario nocturno. Para ello, se ha considerado el cumplimiento de las normativas aplicables en términos de iluminación deportiva, estableciendo criterios técnicos que permitan una adecuada visibilidad y confort visual para los usuarios.

La distribución luminotécnica propuesta contempla la instalación de cuatro luminarias ubicadas estratégicamente en los lados mas grandes de la cancha, a una distancia de un metro del perímetro. Esta configuración permite una cobertura homogénea del área de juego, reduciendo sombras y optimizando la distribución de la luz en toda la superficie. La disposición de las luminarias se ilustra en la Figura 21, donde se observa la ubicación de cada punto de luz en relación con la cancha.

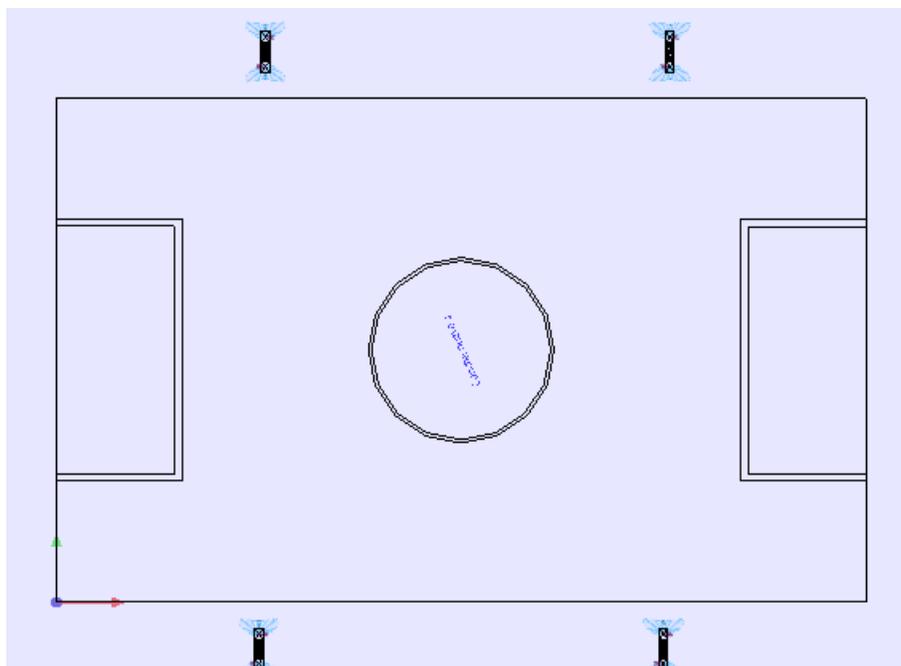


Figura 21: Distribución de luminarias en canchas polideportivas [Autores].

Para garantizar una altura efectiva de instalación que cumpla con los requisitos normativos, se emplearán postes plásticos recubiertos de fibra de vidrio de 12 metros de altura total, con una sección enterrada equivalente al 10% de su longitud más 0.5 metros, resultando en una altura libre de 10.30 metros desde la base hasta el punto de montaje de las luminarias. Esta altura permite optimizar la dispersión de la luz y minimizar el deslumbramiento, contribuyendo a una mejor uniformidad en la iluminancia del área deportiva.

Para el diseño de iluminación de las canchas deportivas multiuso del Parque Miraflores, se ha seleccionado la luminaria **BENTO AREA-M-ASY13-48LED-4000K-4P6S-500MA**. Esta luminaria destaca por su alta eficiencia lumínica y diseño robusto. Entre sus características más importantes se encuentran:

- **Configuración LED:** 48 LEDs con una temperatura de color de 4000K, ideal para iluminación exterior.
- **Óptica:** Distribución luminosa asimétrica tipo 13, optimizada para aplicaciones deportivas.

- **Eficiencia Energética:** Opera con una corriente de 500 mA, balanceando rendimiento lumínico y consumo energético.
- **Protección:** Grado de protección IP66, resistente al polvo y al agua, adecuado para instalaciones exteriores.
- **Montaje:** Versatilidad en instalación, permitiendo montaje lateral o superior con inclinación ajustable.

La selección de esta luminaria permite cumplir con los estándares normativos requeridos para el proyecto, garantizando una iluminación adecuada y segura para los usuarios [28].

Para verificar el cumplimiento de los requisitos normativos establecidos en la **REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20**, se realizó una simulación computacional del diseño de iluminación de las canchas deportivas multiuso del Parque Miraflores. Este análisis permite evaluar los niveles de iluminancia y uniformidad, asegurando que el diseño propuesto cumpla con los valores mínimos exigidos por la normativa.

El modelo de simulación utilizado generó una malla de medición que abarcó toda la superficie de la cancha, permitiendo obtener datos precisos de iluminancia y uniformidad. Según la normativa, las mediciones deben realizarse lo más cercano posible al nivel del suelo. Por esta razón, en el software **DIALux** se definió una malla de medición a una altura de **0.01 m**, garantizando que los resultados reflejen con precisión la distribución lumínica en la superficie de juego.

Los resultados obtenidos indican que el diseño cumple con los requisitos normativos, logrando una **uniformidad del 0.79** y una **iluminancia media de 66.2 lux**. La normativa establece que estos valores deben ser superiores al 40% en uniformidad y mayores a 50 lux en iluminancia media, por lo que los resultados demuestran un diseño óptimo y bien balanceado.

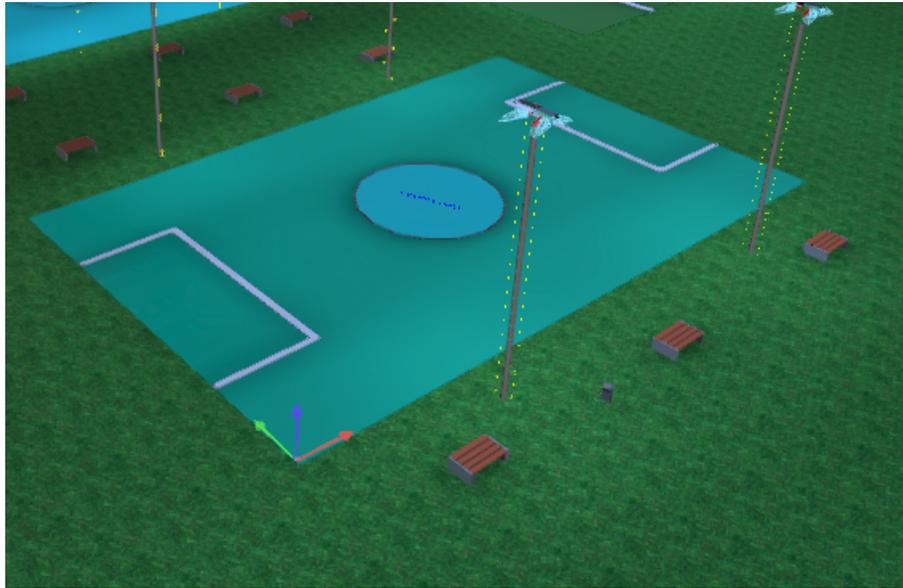


Figura 22: Iluminación de cancha nueva 1 [Autores].

A continuación, en la Tabla 31, se presentan los valores obtenidos y su comparación con los requisitos normativos:

Tabla 31: Comparación de valores de la cancha nueva 1 con los requisitos normativos[Autores]

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	62.4	>50
Uniformidad	0.77	>0.40

Como se observa en la tabla, el diseño lumínico propuesto cumple con los valores exigidos por la normativa, garantizando una iluminación uniforme y eficiente.

En la figura 23, se representa la distribución de iluminación en la cancha de fútbol. A partir del análisis, se observa que se mantiene una iluminación uniforme en toda el área de juego, lo cual es fundamental para garantizar una visibilidad óptima tanto para los jugadores como para los espectadores. Además, se verifica que existe una correcta distribución de los niveles de luxes, cumpliendo con los estándares recomendados para este tipo de instalaciones deportivas. Este resultado refleja un diseño eficiente del sistema

de iluminación, que no solo prioriza la funcionalidad y la seguridad, sino que también contribuye a un menor consumo energético al evitar puntos de sobreiluminación o sombras no deseadas.

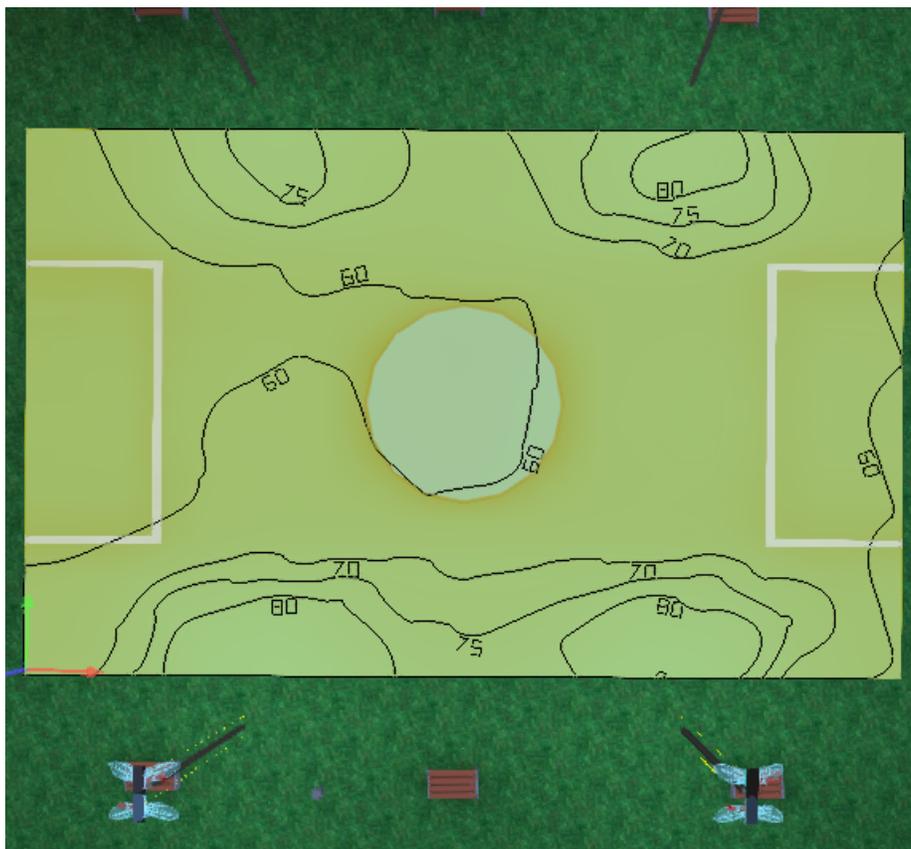


Figura 23: Mapa de luxes cancha nueva 1 [Autores].

En el resto de las canchas deportivas multiusos, se obtuvieron los siguientes valores de iluminancia y uniformidad, los cuales se presentan en la siguiente tabla para su respectiva comparación con la normativa vigente.

Tabla 32: Comparación de iluminancia y uniformidad de las canchas multiuso con la normativa

Área	Iluminancia (lux)	Uniformidad	Cumple Lux Mfínimo (50)	Cumple Uniformidad Mfínima (0.4)
Cancha Nueva 1	62.4	0.77	Sí	Sí
Cancha Nueva 2	55.9	0.80	Sí	Sí
Cancha Nueva 3	63.1	0.72	Sí	Sí
Cancha Cemento 1	63.6	0.79	Sí	Sí
Cancha Cemento 2	61.0	0.69	Sí	Sí
Cancha Cemento Grande	85.6	0.72	Sí	Sí

Como se observa, todas las áreas analizadas cumplen con los valores mínimos exigidos de iluminancia y uniformidad. Por lo tanto, el diseño lumínico para las canchas deportivas multiusos es válido y adecuado para garantizar una iluminación óptima en estos espacios.

4.1.2. Cancha Deportiva Grande

Dado que la cancha de fútbol grande presenta una mayor extensión en comparación con las otras áreas deportivas del parque, se requiere un diseño de iluminación adaptado a sus características particulares. Las luminarias seleccionadas son las mismas utilizadas en las canchas deportivas multiusos previamente analizadas, asegurando uniformidad en el sistema de alumbrado del parque. Estas se instalarán sobre postes de plástico recubiertos con fibra de vidrio, con una altura total de 12 metros, de los cuales 10.30 metros estarán sobre el nivel del suelo. Estarán ubicadas a un metro del perímetro de la cancha, asegurando una iluminación uniforme sobre toda la superficie de juego.

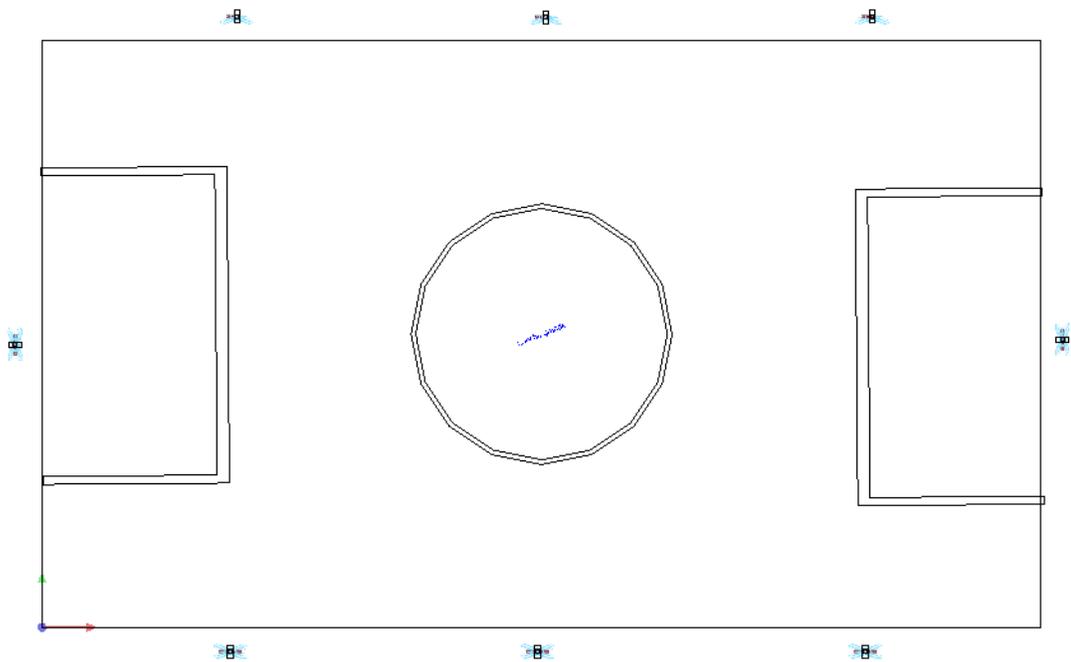


Figura 24: Distribución de Luminarias de la cancha grande [Autores].

Los resultados de la simulación fotométrica para la cancha de fútbol grande muestran que el diseño lumínico propuesto cumple con los parámetros establecidos por la normativa. La distribución de la iluminación es uniforme a lo largo de toda la superficie de juego, lo que garantiza condiciones óptimas para la práctica deportiva nocturna. Como se observa en la imagen 25, la distribución de la luz es adecuada, proporcionando un nivel de iluminancia constante que facilita la visibilidad y la seguridad de los usuarios.

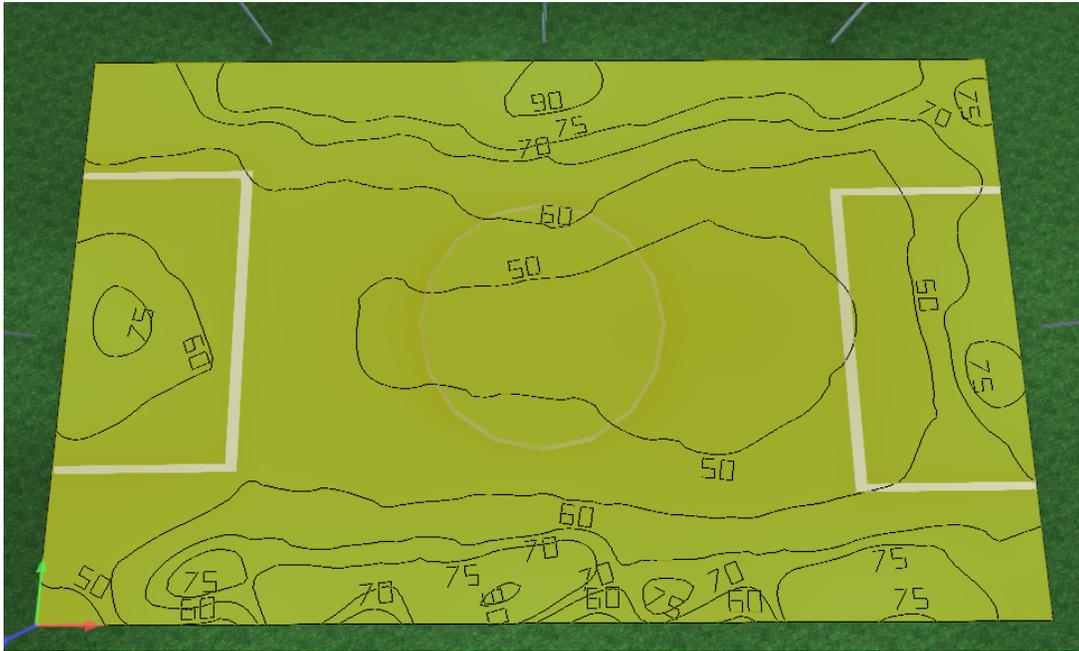


Figura 25: Mapa de luxes cancha grande [Autores].

El nivel de iluminancia obtenido en la simulación es de 62.8 luxes, lo cual supera el mínimo requerido de 50 luxes por la normativa. Asimismo, el índice de uniformidad es de 0.68, lo que también está por encima del valor mínimo de 0.4 exigido. Esta uniformidad en la distribución de la luz es crucial para evitar zonas de sombra y asegurar que toda la cancha reciba una iluminación adecuada.

Es importante destacar que, al igual que en los análisis realizados para las otras canchas, los parámetros fotométricos fueron evaluados a nivel del suelo, a una altura de 0.01 metros, lo que permite un análisis preciso de las condiciones de iluminación experimentadas por los usuarios.

Tabla 33: Comparación de valores obtenidos de la cancha grande con los requisitos normativos

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	61.5	>50
Uniformidad	0.67	>0.40

4.1.3. Canchas de Volley

Para el diseño de iluminación de las canchas de Volley, se optó por una configuración simple debido a la menor extensión de estas áreas en comparación con otras canchas del parque. Cada cancha contará con dos luminarias, las cuales serán distribuidas de manera estratégica a una distancia de 1 metro del perímetro, ubicándose una a cada lado de la cancha, específicamente en el lado de mayor longitud. Se utilizarán las mismas luminarias empleadas en las canchas anteriores, manteniendo las mismas especificaciones y medidas.

Además, para aprovechar de manera eficiente los postes, se instalará una luminaria adicional en la parte posterior de cada uno, orientada hacia las áreas verdes circundantes, con el fin de iluminar el resto del parque. Esta luminaria no está diseñada para iluminar directamente la cancha de volley, pero su presencia puede afectar ligeramente la iluminación de la cancha, lo cual debe ser tenido en cuenta al evaluar la distribución de luz en este espacio.

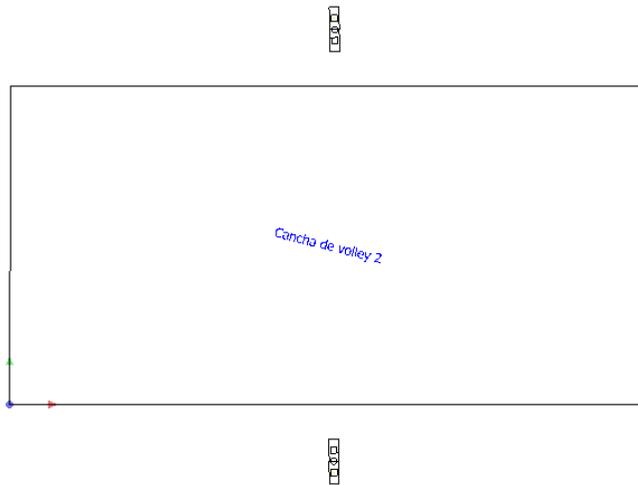


Figura 26: Distribución cancha de volley [Autores].

Las mediciones en las canchas de volley se realizaron a una altura de 0.01 metros para evaluar la distribución de la luz. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 34, donde se comparan con los mínimos exigidos por la normativa.

Tabla 34: Resultados de iluminación en las canchas de volley

Área	Nivel de Iluminación (lux)	Uniformidad	Normativa (mínimo)
Cancha Volley 1	66.7	0.69	≥ 50 lux, $\geq 0,4$
Cancha Volley 2	67.7	0.77	≥ 50 lux, $\geq 0,4$
Cancha Volley Doble	72.1	0.84	≥ 50 lux, $\geq 0,4$

Como se puede observar en la Tabla 34, todas las canchas de vóley cumplen con los valores establecidos por la normativa, garantizando así una iluminación adecuada para el desarrollo de las actividades deportivas. Esto valida el diseño propuesto y asegura que la distribución lumínica es uniforme y efectiva dentro de estas áreas del parque.

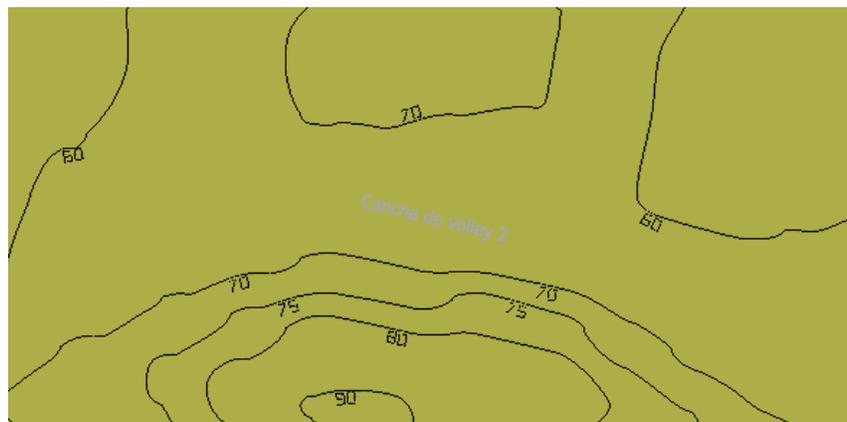


Figura 27: Mapa de luxes- cancha de volley [Autores].

4.1.4. Pista de Atletismo

Para la iluminación de la pista de atletismo, se ha desarrollado un sistema de iluminación específico, teniendo en cuenta las dimensiones considerables de la pista y los requisitos técnicos necesarios para garantizar un desempeño óptimo. Las luminarias se han distribuido en cuatro puntos estratégicos alrededor de la pista ovalada, como se muestra en la figura 28, donde estos puntos están marcados en rojo para una identificación clara. Cada uno de estos puntos cuenta con un par de luminarias instaladas a una altura de 18 metros, montadas sobre una estructura metálica robusta que sigue el diseño

de la infraestructura existente. Esta disposición no solo asegura una iluminación homogénea en toda la pista, sino que también minimiza la formación de sombras y puntos de sobreiluminación, garantizando así un entorno seguro y adecuado para la práctica deportiva.

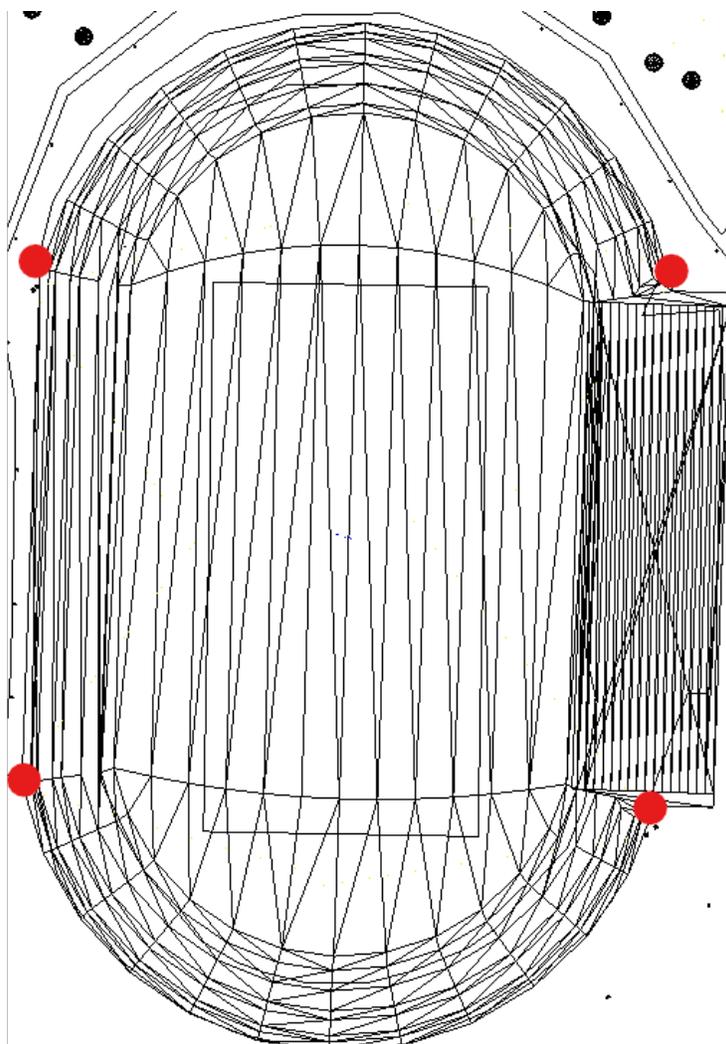


Figura 28: Distribución de Luminarias - Pista de atletismo [Autores].

Para el diseño de iluminación de la pista de atletismo, se ha seleccionado la luminaria **LED Flood Oly-P2 Re700-1200W-757-W-LUM** de Oppl. Con una potencia de 1200 W y un flujo luminoso de 192,000 lm, ofrece una

eficiencia de 160 lm/W. Su temperatura de color de 5700 K es ideal para exteriores y su CRI de 70 asegura una buena percepción cromática.

La luminaria, con protección IP66 e IK08, es resistente al polvo, agua y a impactos mecánicos. Se puede montar en pared, en un mástil o en el suelo, con ajustes de inclinación y giro para optimizar su instalación en la pista de atletismo. Esta luminaria garantiza una iluminación eficiente y uniforme para el área deportiva [29]. Los resultados de la simulación de la pista de atletismo se presentan en la tabla 35. Los valores obtenidos cumplen con los requisitos establecidos por la normativa, garantizando un nivel adecuado de iluminancia y uniformidad en toda la pista. Como se puede observar, el diseño asegura que los parámetros se mantienen dentro de los límites permitidos.

Tabla 35: Comparación de valores obtenidos con los requisitos normativos para la pista de atletismo

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	53.2	>50
Uniformidad	0.56	>0.40

En la figura 29, se puede visualizar el mapa de distribución de luz, el cual muestra cómo los niveles de iluminación se distribuyen uniformemente a lo largo de la pista. Este diseño, por lo tanto, asegura que se cumplen los estándares de iluminación para el correcto funcionamiento de la instalación.



Figura 29: Mapa de luxes- Pista de atletismo [Autores].

4.1.5. Áreas Recreativas

El diseño de iluminación para las áreas recreativas del parque considera dos zonas principales: la zona de juegos infantiles y la pista de bicross. Debido a las diferencias en su funcionalidad y disposición, no se puede aplicar un diseño único para ambas. Por ello, se han definido zonas específicas para garantizar el cumplimiento de los requisitos normativos, los cuales exigen una uniformidad superior a 0.30 y una iluminancia mínima de 7.5 lux.

Para la iluminación de estas áreas, se emplearán las mismas luminarias utilizadas en las canchas deportivas, asegurando una solución eficiente y uniforme en todo el parque. No obstante, es importante considerar la iluminación indirecta proveniente de otras áreas verdes, ya que estas zonas están integradas dentro del entorno natural del parque. Este factor debe tomarse en cuenta para evitar desbalances en la distribución lumínica y garantizar una correcta percepción visual en las áreas recreativas.

La simulación luminotécnica de la zona de juegos infantiles se realizó

a ras del suelo, conforme a lo establecido en la normativa. Sin embargo, se presentaron zonas con iluminancia nula debajo de los juegos debido a la presencia de estructuras que generaban sombras completas. Para evitar que estos valores afectaran negativamente la uniformidad del análisis, dichas áreas fueron excluidas del cálculo. De esta manera, los resultados reflejan con mayor precisión la iluminación efectiva en las zonas de circulación y uso. En la figura 30, se muestra el mapa de distribución lumínica obtenido, permitiendo verificar el cumplimiento de los requisitos normativos.

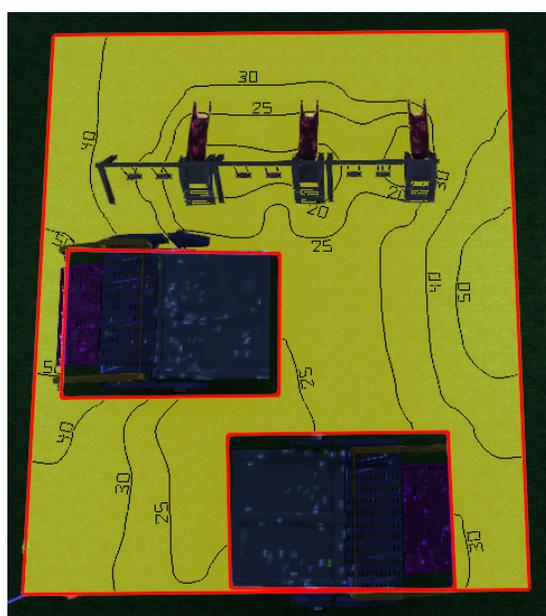


Figura 30: Mapa de luxes- Juegos infantiles [Autores].

Tabla 36: Resultados de la simulación de la zona de juegos infantiles

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	32.5	>10
Uniformidad	0.52	>0.40

En la simulación luminotécnica de la pista de bicicross, se aplicó un criterio similar al de la zona de juegos infantiles. Debido a la presencia de estructuras y desniveles que generaban sombras completas en ciertos sectores,

se excluyeron estas áreas del análisis para evitar distorsiones en los valores de uniformidad. De esta forma, los resultados obtenidos reflejan de manera más precisa la iluminación real en las secciones transitables de la pista. La figura 31 presenta el mapa de distribución lumínica de la simulación

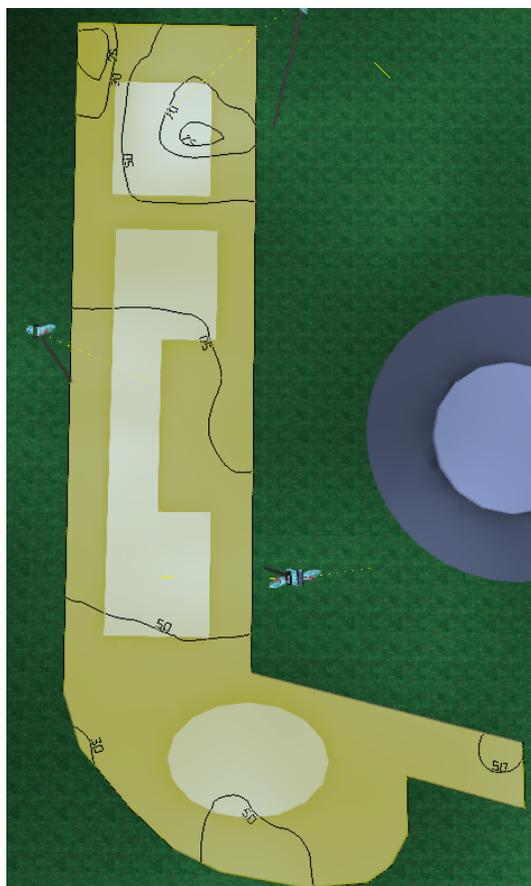


Figura 31: Mapa de luxes- Pista de bicicletas [Autores].

Tabla 37: Resultados de la simulación de la pista de bicicross (área recreativa 2)

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	48.7	>10
Uniformidad	0.47	>0.40

La siguiente área recreativa corresponde a un espacio de forma circular, utilizado como escenario u otra actividad recreativa.

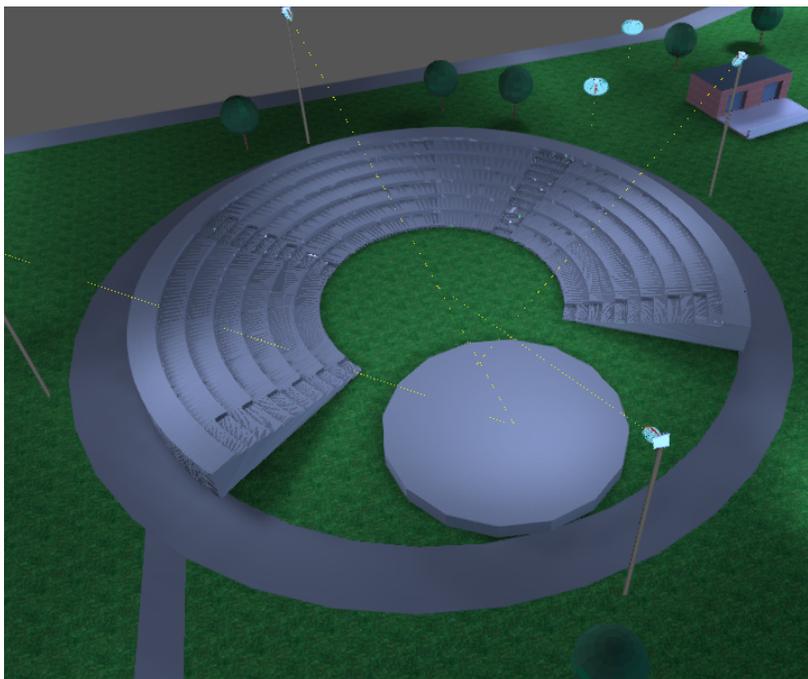


Figura 32: Área recreativa circular [Autores].

Tabla 38: Resultados de la simulación del área recreativa circular

Parámetro	Valor Obtenido	Requisito Normativo
Iluminancia Media (lux)	57.6	>10
Uniformidad	0.42	>0.40

4.1.6. Áreas Verdes

El diseño de iluminación para las áreas verdes del parque considera la instalación de luminarias a una altura de 12.10 metros. Para ello, se utilizarán postes de hormigón de 14 metros de altura, los cuales, según normativa, deben ser enterrados un 10 % de su longitud más 0.5 metros, resultando en la altura mencionada.

Las áreas verdes están distribuidas a lo largo de todo el parque, por lo que no es posible establecer un diseño uniforme de postes para cada sector. En su lugar, se ha optado por dividir estas áreas en distintas zonas estratégicas, asegurando que cada una cumpla con los niveles normativos de iluminación, los cuales establecen una iluminancia mínima de 7.5 lux y una uniformidad superior a 0.30.

Para la iluminación de estas zonas se emplearán dos tipos de luminarias. El primer tipo corresponde a las utilizadas en las canchas deportivas, mientras que el segundo consistirá en una configuración de torre instalada en los postes de 14 metros, conformada por cuatro luminarias. Este diseño permitirá garantizar una distribución eficiente de la luz en las distintas áreas verdes, optimizando su funcionalidad y cumplimiento normativo.

Para el diseño del alumbrado en las áreas verdes, estas fueron divididas en siete zonas estratégicas, asegurando que cada una de ellas cumpliera con la normativa vigente. Para el análisis de iluminación, se utilizó una malla de medición a ras del suelo, verificando que todas las zonas alcanzaran una uniformidad mayor al 30 %.

En varias de estas zonas, la uniformidad obtenida se encuentra en el rango del 30 %, mientras que en otras se alcanzó un valor justo del 30 %. No se incrementó este valor mediante la adición de más luminarias, ya que ello implicaría mayores costos en el diseño técnico. En este sentido, se ha priorizado un diseño funcional, realista y aplicable, asegurando un equilibrio entre eficiencia luminotécnica y viabilidad económica, sin comprometer el cumplimiento normativo.



Figura 33: Mapa de luxes- Área verde 7 [Autores].

En la Tabla 39, se puede verificar que todos los valores obtenidos cumplen con los requisitos normativos establecidos. Esto garantiza que las áreas verdes del parque cuenten con un nivel óptimo de iluminación y uniformidad, asegurando una correcta visibilidad y seguridad para los usuarios.

Tabla 39: Resultados de iluminación en las áreas verdes

Zona	Iluminancia Media (lux)	Uniformidad
Área verde 1	38.4	0.40
Área verde 2	53.0	0.59
Área verde 3	31.1	0.47
Área verde 4	72.6	0.40
Área verde 5	45.1	0.43
Área verde 6	69.3	0.44
Área verde 7	50.6	0.49

4.2. Diseño Ornamental

El diseño de iluminación ornamental del parque se centra en áreas estratégicas donde la iluminación no solo cumple una función estética, sino que también contribuye a mejorar la percepción del espacio y su funcionalidad durante la noche. Estas áreas han sido seleccionadas por su importancia visual y por el impacto positivo que la iluminación ornamental puede generar en la experiencia de los visitantes. Se ha considerado un diseño que realce la identidad del parque, brindando mayor atractivo y seguridad en puntos clave. La evaluación del diseño ornamental se realizará mediante mediciones a una altura de 0.01 metros, lo más cercano posible al ras del suelo. Este criterio permite analizar con precisión la distribución de la iluminación ornamental y su impacto visual en el entorno. La simulación y el análisis de los resultados garantizarán que la propuesta cumpla con los niveles adecuados de iluminancia y uniformidad, proporcionando un realce estético a las áreas seleccionadas sin generar deslumbramiento ni interferencias visuales no deseadas.

En Ecuador, actualmente no existe una normativa específica que regule de manera directa los requisitos para la **iluminación ornamental** en espacios públicos. No obstante, la **Empresa Eléctrica Centro Sur de Cuenca**,

encargada de regular el suministro y uso de energía eléctrica en la región, establece ciertas pautas para los niveles de iluminación, sugiriendo que estos deben estar dentro de un rango de **20 a 40 lux** para garantizar una adecuada visibilidad y seguridad en áreas exteriores.

La iluminación ornamental, por otro lado, queda a **criterio del diseñador**, quien debe abordar el proyecto considerando las características particulares del lugar, como su uso, su entorno y las necesidades de los usuarios. El diseño debe ser cuidadosamente realizado a partir de un **análisis detallado del lugar**, asegurando que se logre un equilibrio entre la estética y la funcionalidad, sin dejar de lado los aspectos técnicos.

Además, es imprescindible cumplir con los requisitos de **uniformidad de la iluminación**, la cual debe alcanzar un **mínimo de 0.30**. Esto garantiza que la luz se distribuya de manera uniforme, evitando la aparición de zonas con sombras excesivas o deslumbrantes, lo que contribuirá a crear un ambiente más seguro y agradable para los usuarios del espacio.

Para la iluminación ornamental del parque, se seleccionaron luminarias que cumplen con altos estándares de eficiencia, estética y durabilidad. Estas luminarias fueron elegidas considerando su rendimiento lumínico, temperatura de color y grado de protección para exteriores, asegurando así su adecuado funcionamiento en espacios públicos. A continuación, se detallan las luminarias seleccionadas:

- **Ragni VENGE-642-ASY10-32LED-4000K-700MA:** Utilizada en la zona de la estatua, esta luminaria está optimizada para iluminación tradicional. Equipada con un módulo de 16 LED con una corriente máxima de 700 mA, limita totalmente la contaminación lumínica y aumenta significativamente su vida útil. La temperatura de color es de 4000 K [30].
- **WE-EF RMC320 [R65] IP66:LED-18/78W/2,2K:** Empleada en la zona de la estatua, esta luminaria cuenta con grado de protección IP66, clase I o II, resistencia al impacto IK08 y está fabricada en aleación de aluminio de fundición de grado marino. Ofrece una protección anticorrosión superior 5CE [31].
- **EVA II/R U LED (SYMMETRISCH):** Utilizada para iluminar las camineras, esta luminaria es adecuada para alturas de montaje recomendadas entre 3,00 m y 5,00 m, diseñada para requisitos de ilumi-

nación bajos y medios. Incluye un módulo U LED anti-deslumbrante y está disponible en temperaturas de color de 3000 K (blanco cálido) o 4000 K (blanco neutro). La vida útil del LED es de hasta 100.000 horas con un mantenimiento del flujo luminoso del 90 % (L90) [32].

- **Unilamp MEDIUM SPACE 2041-H-3-395-XX:** Empleada en la pérgola, esta luminaria tiene una potencia de 72 W. Para obtener información más detallada sobre sus características técnicas, se recomienda consultar directamente al fabricante [33].
- **Detalight LOGIC LINEAR ON 880 HONEYCOMB 94040 DIM5:** Utilizada para iluminar las gradas, esta luminaria lineal incorpora un sistema Honeycomb que permite un control preciso del haz de luz, reduciendo el deslumbramiento y mejorando la experiencia visual de los usuarios. Para detalles técnicos específicos, es recomendable contactar al fabricante [34].

4.2.1. Iluminación Ornamental en el Patio de Comidas

El patio de comidas es un área pequeña, pero con una gran afluencia de visitantes. Su relevancia radica en ser un espacio de reunión y descanso, lo que lo convierte en un punto ideal para la aplicación de iluminación ornamental. La propuesta de iluminación busca resaltar la estructura del área, generar un ambiente acogedor y proporcionar una iluminación adecuada para mejorar la experiencia de los usuarios. Se ha diseñado un esquema lumínico que enfatiza los contornos del espacio y resalta los elementos arquitectónicos presentes.

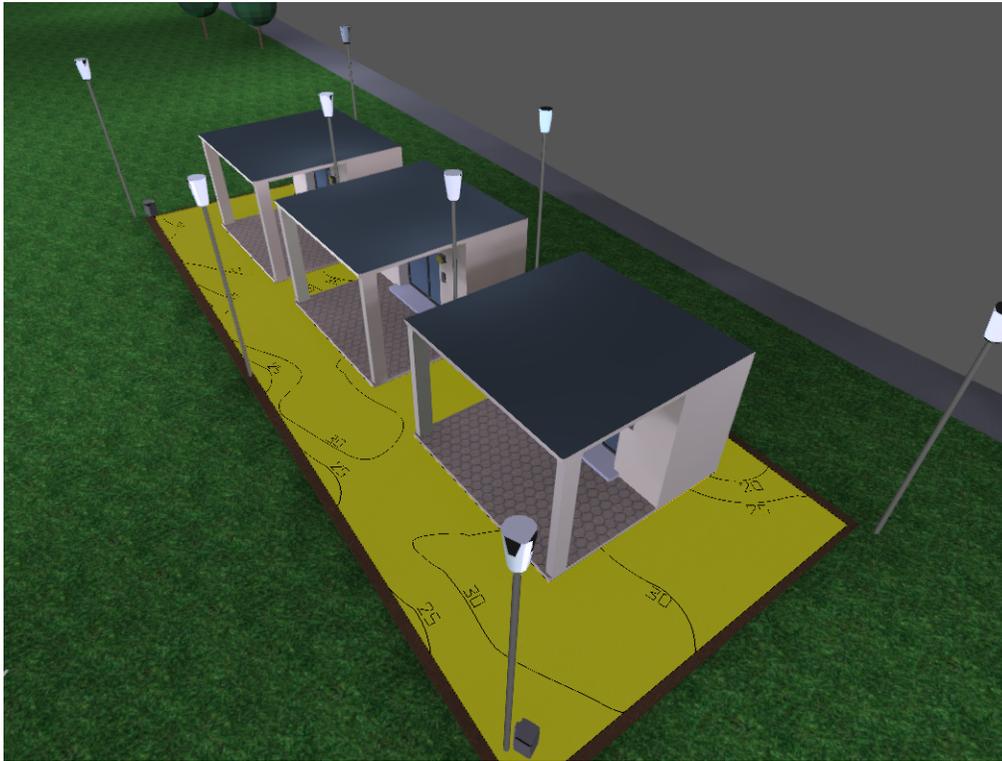


Figura 34: Patio de comidas [Autores].

Tabla 40: Comparación entre los valores normados y los valores de diseño para el área del patio de comidas

Parámetro	Valor Normado	Valor de Diseño
Iluminancia (Lux)	≥ 10	28.4
Uniformidad	$\geq 0,40$	0.44

4.2.2. Realce de las Camineras Peatonales

Las camineras del parque presentan un deterioro significativo, lo que ha llevado a que muchas personas opten por desplazarse por los bordes del parque en lugar de utilizarlos. Para contrarrestar esta situación, la iluminación ornamental se empleará estratégicamente para delimitar y realzar estos senderos. Se instalarán luminarias de baja intensidad y con distribución uniforme

a lo largo de las camineras, permitiendo mejorar la visibilidad y, al mismo tiempo, aportar un efecto visual atractivo. Este enfoque no solo facilitará la orientación de los usuarios, sino que también contribuirá a revitalizar la estética del parque.

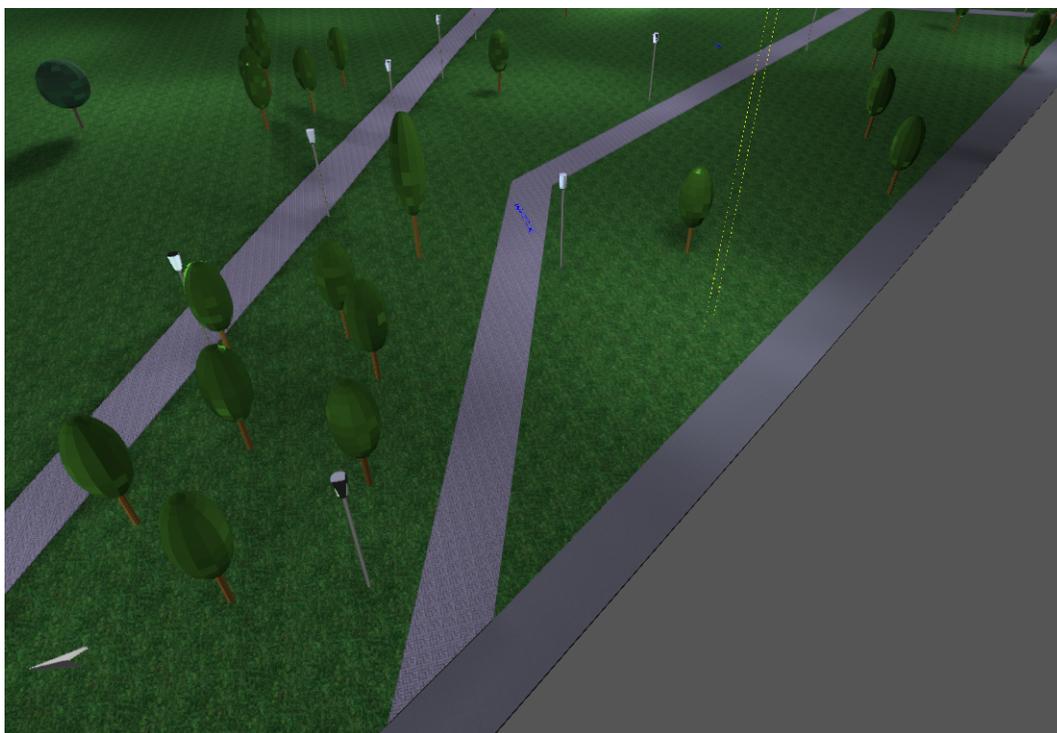


Figura 35: iluminación de las camineras peatonales del parque [Autores].

La caminera del área del parque ha sido clasificado como una **caminaera de clase P3**. De acuerdo con la normativa vigente, para este tipo de camineras, la iluminancia mínima debe ser de **1.5 lux**, la iluminancia promedio de **7.5 lux**, y la uniformidad mínima de **0.3**.

Tabla 41: Valores normados y valores de diseño para la caminera principal

Parámetro	Valor Normado	Valor de Diseño (Caminera Principal)
Iluminancia Mínima (Lux)	$\geq 1,5$	28.3
Uniformidad	$\geq 0,4$	0.66

Tabla 42: Valores normados y valores de diseño para la caminera secundaria

Parámetro	Valor Normado	Valor de Diseño (Caminera Secundaria)
Iluminancia Mínima (Lux)	$\geq 1,5$	32.5
Uniformidad	$\geq 0,3$	0.72

4.2.3. Iluminación del Monumento y su Entorno

Dentro del parque se encuentra un monumento en honor a un sacerdote, acompañado de una pérgola y gradas que actualmente cuentan con una iluminación deficiente. En su estado actual, la luminaria existente no logra resaltar la importancia de este espacio ni proporcionar una adecuada visibilidad. Para ello, el nuevo diseño ornamental propone la incorporación de luminarias focalizadas que realcen tanto el monumento como sus elementos circundantes. Se emplearán proyectores de luz cálida con control de deslumbramiento para garantizar un efecto visual armonioso sin afectar la comodidad de los visitantes.

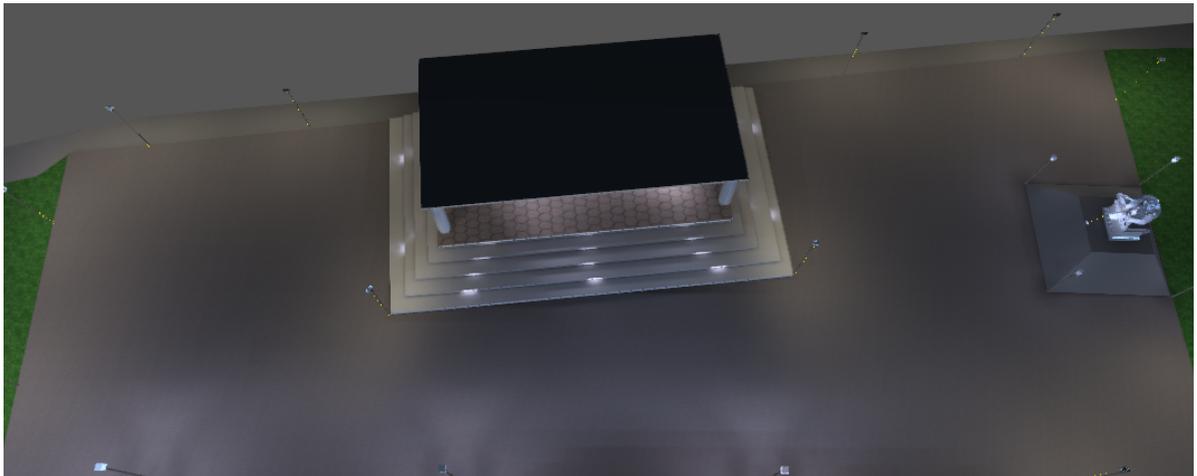


Figura 36: iluminación del área de la estatua [Autores].

Tabla 43: Valores normados y valores de diseño para el área de la estatua

Parámetro	Valor Normado	Valor de Diseño (Área de la Estatua)
Iluminancia (Lux)	≥ 10	31.2
Uniformidad	>0.4	0.45

5. Análisis Técnico-Económico

En este apartado se realizará una comparación entre el diseño de alumbrado existente en el Parque Miraflores y la propuesta de diseño elaborada por los autores de este estudio.

5.1. Análisis Técnico

5.1.1. Comparación con el Diseño Anterior

El análisis comparativo entre el diseño de alumbrado anterior y el nuevo diseño propuesto tiene como objetivo evaluar el grado de cumplimiento normativo en términos de iluminancia y uniformidad. De acuerdo con la Regulación ARCERNR 006/20 y la norma RTE INEN 069, se considera que un área cumple con los requisitos normativos si satisface simultáneamente los valores mínimos de iluminancia y uniformidad exigidos para su categoría.

En la evaluación del sistema de alumbrado anterior, se identificó que un porcentaje significativo de las áreas analizadas no cumplían con los estándares mínimos requeridos. En contraste, el nuevo diseño propuesto garantiza el 100 % de cumplimiento normativo en todas las áreas del parque.

A continuación, se presenta una tabla comparativa del cumplimiento normativo del diseño anterior y el nuevo diseño propuesto:

Tabla 44: Comparación del cumplimiento normativo del diseño anterior y el nuevo diseño

Parámetro	% de Áreas que Cumplen	
	Diseño Anterior	Nuevo Diseño
Iluminancia y Uniformidad	41.7 %	100 %

Los resultados indican que el diseño de alumbrado anterior solo cumplía con la normativa en un 41.7 % de las áreas evaluadas, dejando un 58.3 % de

espacios con deficiencias lumínicas que afectaban la seguridad y funcionalidad del parque. En cambio, el nuevo diseño implementa una distribución óptima de luminarias LED, asegurando el cumplimiento normativo en el 100% de las áreas.

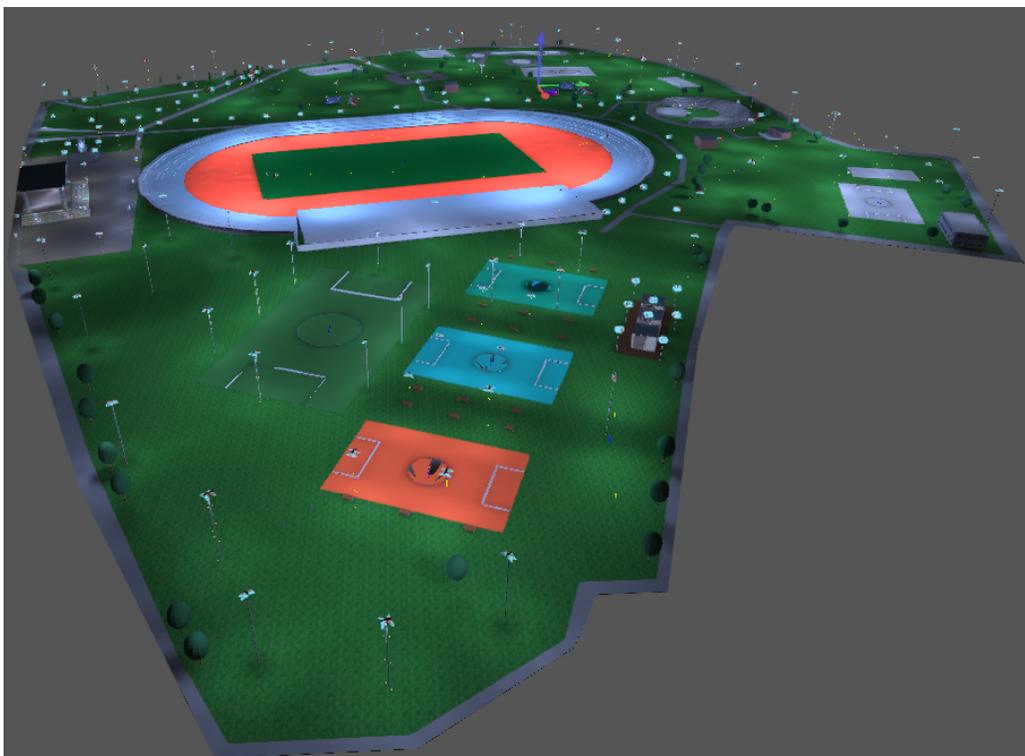


Figura 37: Simulación del diseño propuesto para el parque Miraflores

La optimización del alumbrado público no solo mejora la visibilidad y la seguridad en el parque, sino que también contribuye a la eficiencia energética y la reducción de costos de mantenimiento a largo plazo. La incorporación de tecnología LED permite una mejor distribución de la luz, eliminando puntos oscuros y garantizando una experiencia visual uniforme y confortable para los usuarios.

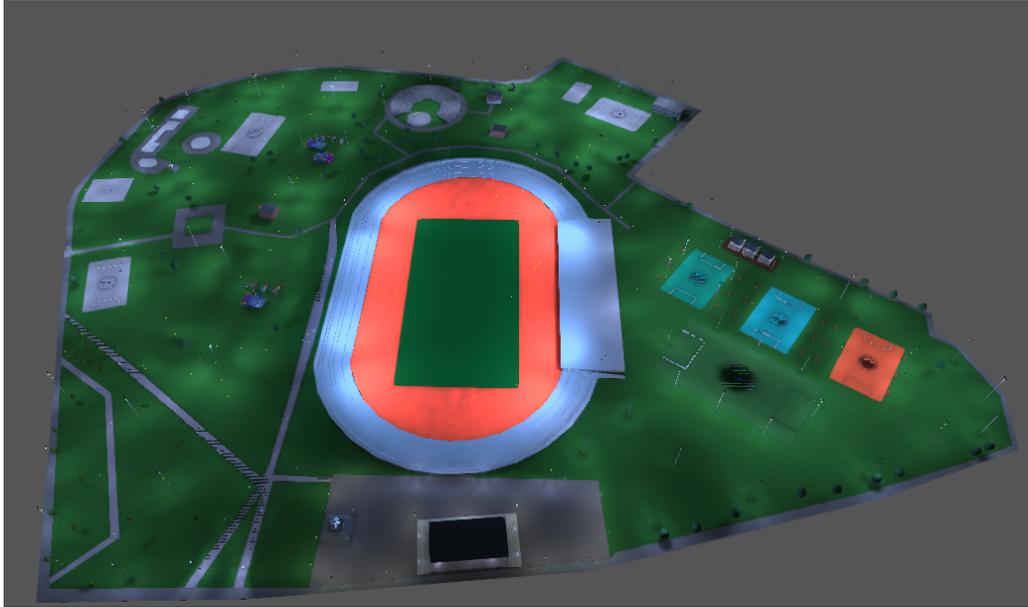


Figura 38: Diseño propuesto para el parque Miraflores [Autores].

5.1.2. Análisis Comparativo de las Características Técnicas de las Lámparas de Sodio y LED

Las lámparas constituyen el componente fundamental en el diseño del alumbrado público, ya que su rendimiento y características determinan la eficiencia y funcionalidad del sistema de iluminación. La selección de una tecnología específica representa una decisión crítica, dado que cada tipo de lámpara posee atributos técnicos particulares que influyen en aspectos como la eficiencia energética, la uniformidad lumínica, la vida útil y los costos operativos.

Las lámparas de sodio presentan una eficiencia energética moderada, con un rendimiento lumínico de aproximadamente 100-150 lm/W en el caso de las lámparas de alta presión (SAP). Sin embargo, las luminarias LED pueden alcanzar eficiencias superiores a 150 lm/W, reduciendo significativamente el consumo energético [24].

La vida útil de una lámpara de sodio ronda las 20,000 horas, mientras que las luminarias LED pueden alcanzar hasta 50,000 horas. Este factor reduce la frecuencia de mantenimiento y los costos asociados, convirtiendo a

la tecnología LED en una opción más rentable a largo plazo [24].

Las lámparas de sodio contienen sodio y gas de xenón, lo que representa un riesgo ambiental en caso de disposición inadecuada. En contraste, las luminarias LED no contienen sustancias tóxicas y generan menor contaminación lumínica al permitir un mejor direccionamiento de la luz [24].

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre ambos tipos de iluminación, basada en la información del documento analizado.

Tabla 45: Comparación entre lámparas de sodio y luminarias LED

Criterio	Lámparas de Sodio	Luminarias LED
Eficiencia Energética	Moderada	Alta
Vida Útil	20,000 horas	50,000 horas
Consumo de energía	Elevado	Bajo
Calidad de la Iluminación	Amarillenta	Blanco brillante
Contaminación Lumínica	Alta	Baja
Impacto Ambiental	Contiene sodio y xenón	Libre de sustancias tóxicas
Mantenimiento	Frecuente	Poco frecuente
Costo Inicial	Bajo	Alto
Costo a Largo Plazo	Elevado	Bajo

El análisis de los datos evidencia que las luminarias LED representan una opción más eficiente en comparación con las lámparas de sodio, debido a su superioridad en parámetros técnicos como eficiencia energética, vida útil y calidad de iluminación. Además, presentan un menor impacto ambiental y reducen los riesgos para la salud, al no contener sustancias nocivas ni generar contaminación lumínica excesiva.

5.2. Análisis Económico

5.2.1. Comparación de Costos entre el Diseño Anterior y el Propuesto

El análisis económico realizado permite evidenciar diferencias significativas entre el diseño de alumbrado actual y el diseño propuesto, tanto en términos de inversión inicial como en los elementos incorporados.

En primer lugar, la tabla 46 representa el inventario del diseño actual, es decir, el sistema de alumbrado existente en Parque Miraflores. Este sistema, compuesto principalmente por luminarias LED de 200W, luminarias de vapor de sodio de 200W y lámparas decorativas de 70W, cuenta con postes de plástico reforzado con fibra de vidrio y postes de hormigón de diferentes alturas. La inversión total en este sistema asciende a 42,970.59 dólares.

Tabla 46: Lista de elementos con precios, diseño actual.

Uni.	Elemento	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
30	Luminarias LED 200W	150.00	4,500.00
136	Luminarias de vapor de sodio 200W	120.00	16,320.00
8	Lámparas decorativas 70W	200.00	1,600.00
18	Postes de plástico reforzado con fibra de vidrio 12m	558.00	10,044.00
1	Postes de plástico reforzado con fibra de vidrio 14m	725.83	725.83
24	Postes de hormigón 12m	203.61	4,886.64
17	Postes de hormigón 14m	264.36	4,494.12
Total General			42,970.59

Por otro lado, la tabla 47 muestra un incremento sustancial en la inversión, alcanzando un total de 81,969.87 dólares, prácticamente el doble del costo del diseño actual. Este aumento en costos no solo responde a la actualización del sistema de iluminación funcional, sino también a la incorporación de luminarias con un *enfoque ornamental*, las cuales, de acuerdo con las fichas técnicas de los fabricantes, tienen un costo considerablemente más alto que las luminarias tradicionales. Estas luminarias ornamentales no solo mejoran la eficiencia lumínica, sino que también aportan valor estético y refuerzan la identidad del espacio público, lo que justifica en parte el mayor costo del nuevo diseño.

Tabla 47: Lista de elementos con precios, diseño propuesto.

Uni.	Nombre del artículo	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
28	LOGIC LINEAR ON 880 HONEYCOMB 94040 DIM5	100.00	2,800.00
43	NITYA XL G3 II C52 39k0 740 B544 C	150.00	6,450.00
59	EVA II/R U LED (symmetrisch)	300.00	17,700.00
8	LEDfloodOly-P2 Re700-1200W-757-W-LUM	1200.00	9,600.00
139	BENTO AREA-M-ASY13-48LED-4000K-4P65-500 mA	125.00	17,375.00
7	VENCE-642-ASY10-32LED-4000K-700 mA	150.00	1,050.00
6	Medium SPACE	180.00	1,080.00
11	RMC320 [R65] IP66LED-18/78W/2,2K	200.00	2,200.00
49	Poste de Hormigón 14m	264.36	12,959.64
43	Poste de Hormigón 12m	203.61	8,755.23
Total General			81,969.87

Si se considera únicamente un enfoque técnico y funcional, la tabla 48 permite evaluar una versión más optimizada del nuevo diseño, excluyendo en gran medida los costos adicionales de la iluminación ornamental. En esta tabla, la inversión total se reduce a 45,539.87 dólares, acercándose significativamente al costo del diseño actual (42,970.59 dólares). Esta comparación demuestra que, en términos estrictamente técnicos, el nuevo diseño no implica un incremento tan drástico en costos, sino que el mayor impacto económico se debe principalmente a la implementación de iluminación ornamental.

Tabla 48: Lista de elementos con precios, diseño técnico nuevo

Uni.	Nombre del artículo	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
43	NITYA XL G3 II C52 39k0 740 B544 C	150.00	6,450.00
139	BENTO AREA-M-ASY13-48LED-4000K-4P65-500 mA	125.00	17,375.00
49	Poste de Hormigón 14m	264.36	12,959.64
43	Poste de Hormigón 12m	203.61	8,755.23
Total General			45,539.87

Antes de proceder con el análisis comparativo de costos, es fundamental detallar los valores asociados a la mano de obra y el equipo requerido para la implementación del diseño propuesto. La Tabla 49 muestra los costos desglosados para un solo empleado y el costo total correspondiente a los 10 empleados asignados al proyecto. Asimismo, se incluyen los valores de los

beneficios laborales, impuestos obligatorios y el costo del alquiler del equipo necesario.

Tabla 49: Desglose de costos de mano de obra y equipo - Diseño Propuesto

Concepto	Precio por empleado (\$)	Precio total (\$)
Sueldo Básico Unificado (SBU)	470.00	4,700.00
Aporte Patronal (11.15 %)	52.41	524.10
CCC (1 %)	4.70	47.00
Décimo tercer sueldo (XIII)	39.17	391.70
Décimo cuarto sueldo (XIV)	39.17	391.70
Fondos de Reserva (FR)	39.15	391.50
Vacaciones	19.58	195.80
Costo total por empleado	801.16	8,011.58
Costo alquiler grúa (por hora)	33.00	-
Costo total alquiler grúa	-	4,774.00
Costo de materiales	-	81,969.87
Costo Total	-	94,755.45
Contingencias (10 %)	-	9,475.55
Costo Final	-	104,231.00

Al considerar todos los costos del proyecto, incluyendo materiales y demás elementos, se confirma que el diseño propuesto resulta significativamente más costoso que el diseño actual. No obstante, este incremento se debe en gran medida a la inversión en la parte ornamental del proyecto. Si solo se considera la parte funcional, la diferencia en costos no es considerable. Sin embargo, dado que el objetivo es no solo mejorar la funcionalidad de la iluminación, sino también realzar visualmente las áreas del parque y hacerlas más atractivas para los visitantes, se ha decidido invertir en el diseño ornamental, lo que justifica el aumento en el costo total del proyecto.

Desde un punto de vista económico, el diseño actual resulta más accesible en términos de inversión inicial. Sin embargo, el diseño propuesto representa una mejora sustancial en la calidad de iluminación del parque, integrando elementos que aumentan la uniformidad lumínica, reducen el consumo energético y aportan mayor seguridad a los usuarios del espacio.

5.2.2. Costos de inversión inicial vs. costos operativos y de mantenimiento

El análisis económico entre lámparas de sodio y luminarias LED evidencia que, si bien la inversión inicial en tecnología LED es considerablemente más alta, sus ventajas en términos de eficiencia energética, vida útil y costos de mantenimiento justifican su implementación a largo plazo.

Uno de los aspectos clave es el **consumo energético**. De acuerdo con la Tabla 45, las lámparas de sodio presentan una eficiencia energética moderada, mientras que las luminarias LED alcanzan niveles de eficiencia significativamente mayores. Esto implica que, para una misma cantidad de luz emitida, el consumo energético de las lámparas LED es considerablemente menor, lo que se traduce en una reducción en los costos de operación asociados al suministro eléctrico. Esta diferencia genera un ahorro energético a largo plazo, permitiendo una optimización en la distribución de la energía utilizada para alumbrado público.

Otro factor determinante es la **vida útil**. Las lámparas de sodio tienen una vida útil aproximada de 20,000 horas, mientras que las luminarias LED pueden alcanzar hasta 50,000 horas, más del doble de tiempo de funcionamiento antes de requerir reemplazo. En términos económicos, esto significa que por cada ciclo de vida de una lámpara LED, una lámpara de sodio ya habrá sido reemplazada al menos dos veces y estará en proceso de requerir un tercer reemplazo. Este aspecto impacta directamente en los costos de reposición y en la frecuencia con la que deben realizarse intervenciones en el sistema de alumbrado, lo que a su vez genera mayores costos operativos en el caso de las lámparas de sodio.

El **mantenimiento** es otro punto relevante. Dado que las lámparas de sodio requieren reemplazos más frecuentes, los costos asociados a mano de obra, equipos y logística de mantenimiento son significativamente mayores en comparación con las luminarias LED, cuyo mantenimiento es poco frecuente debido a su mayor durabilidad y menor tasa de fallos. Esto reduce los costos de operación y optimiza los recursos destinados al mantenimiento del sistema de iluminación pública.

Finalmente, en términos de **costo total**, si bien las lámparas de sodio presentan un costo inicial bajo y las luminarias LED un costo más elevado, el análisis de costos a largo plazo demuestra que la inversión en tecnología LED es económicamente más viable. Mientras una lámpara LED puede operar durante 50,000 horas con un solo reemplazo, una lámpara de sodio requerirá

al menos dos cambios dentro del mismo período de tiempo, lo que incrementa significativamente los costos operativos. Por lo tanto, aunque el costo de adquisición de las lámparas LED sea mayor, su menor consumo energético, su mayor vida útil y sus reducidos costos de mantenimiento generan un retorno de inversión favorable en comparación con las lámparas de sodio.

5.2.3. Justificación de la rentabilidad del nuevo diseño

El análisis económico de la rentabilidad del nuevo diseño de alumbrado público permite evidenciar que, si bien la inversión inicial en tecnología LED es superior a la del sistema basado en lámparas de sodio, los beneficios económicos a largo plazo justifican su implementación.

El diseño actual está compuesto en su mayoría por lámparas de sodio, cuyo menor costo inicial ha favorecido su adopción. Sin embargo, su menor eficiencia energética, vida útil reducida y costos elevados de mantenimiento incrementan los gastos operativos a lo largo del tiempo. En contraste, el diseño propuesto, basado exclusivamente en luminarias LED, presenta una mayor inversión inicial, pero con una reducción significativa en el consumo energético, menor frecuencia de reemplazo y menores costos de mantenimiento, lo que optimiza la rentabilidad del sistema.

La comparación muestra que, aunque la inversión inicial en el nuevo diseño es superior, los costos operativos y de mantenimiento son significativamente menores. La mayor eficiencia energética de las luminarias LED reduce el consumo eléctrico, lo que impacta directamente en la reducción de los costos de operación. Asimismo, su mayor vida útil disminuye la necesidad de reemplazo frecuente, reduciendo gastos en materiales y mano de obra.

Por lo tanto, desde una perspectiva económica, el nuevo diseño basado en tecnología LED representa una solución más rentable a largo plazo, ya que permite optimizar los recursos destinados al alumbrado público y reducir el impacto financiero asociado a su mantenimiento y operación.

6. Conclusiones

Conclusiones

- El análisis fotométrico realizado en el Parque Miraflores evidenció que el sistema de alumbrado actual presenta deficiencias en términos de

niveles de iluminancia y uniformidad lumínica, incumpliendo los estándares normativos establecidos para espacios públicos. Además, durante las mediciones, se constató que varias luminarias de sodio estaban dañadas, lo que agrava aún más la deficiencia del sistema. Este problema se debe en gran medida a la naturaleza de la tecnología de sodio, que tiende a presentar fallas con mayor frecuencia, afectando la continuidad y calidad de la iluminación en el parque.

- El diseño propuesto, basado en tecnología LED, permite mejorar la visibilidad y seguridad en el parque, optimizando la distribución lumínica y reduciendo la contaminación lumínica en comparación con el sistema de sodio existente.
- Desde una perspectiva económica, aunque la inversión inicial en tecnología LED es superior a la del sistema basado en lámparas de sodio, el análisis de costos operativos y de mantenimiento indica que la implementación del nuevo diseño resulta más rentable a largo plazo debido a la mayor vida útil y menor frecuencia de reposición de las luminarias LED.
- La evaluación del impacto ambiental indica que la transición a luminarias LED contribuye a la sostenibilidad del alumbrado público, minimizando la emisión de contaminantes y reduciendo el desperdicio energético asociado a la tecnología de sodio.
- El diseño propuesto cumple con los estándares normativos y se orienta a mejorar la percepción visual del espacio, promoviendo un uso nocturno seguro y eficiente del parque. Además, se ha priorizado la iluminación en áreas de alta afluencia identificadas en el levantamiento de terreno, destacando especialmente las zonas deportivas. Estas áreas representan los espacios más utilizados del parque, con una actividad constante durante la noche, por lo que el diseño lumínico busca realzar su importancia sin comprometer la uniformidad del alumbrado en el resto del parque. La iluminación de las canchas se ha dispuesto estratégicamente para hacerlas más visibles y diferenciarlas del resto del entorno, asegurando un equilibrio armónico entre funcionalidad y estética, además de fomentar su uso al proporcionar condiciones óptimas para la práctica deportiva y la seguridad de los usuarios.

- Se pudo evidenciar que la tecnología LED es ampliamente superior a la tecnología de sodio, lo que ha impulsado su adopción en los diseños eléctricos modernos. Su alta eficiencia energética permite una reducción significativa en los costos operativos, lo que la convierte en una inversión más rentable y sostenible a largo plazo. Además, al evitar la emisión de sustancias tóxicas y mejorar el aprovechamiento energético, la tecnología LED garantiza una mayor vida útil y menores necesidades de mantenimiento. A medida que esta tecnología se vuelve más accesible y sus costos se reducen, su uso se consolida como la opción preferida en nuevos proyectos de iluminación pública. Adicionalmente, las luminarias LED presentan una versatilidad en sus tonalidades, lo que permite replicar las características cromáticas de las lámparas de sodio cuando sea necesario.
- Cada área del parque presenta características únicas debido a su estructura y los elementos presentes en ella. Por ello, no es suficiente con aplicar un diseño estandarizado para todo el parque, sino que es necesario realizar un análisis específico por zonas. Si bien las áreas verdes pueden compartir una disposición similar de luminarias, la presencia de flora, árboles, juegos infantiles y otros elementos genera variaciones en la distribución de la luz. Estas obstrucciones naturales afectan la uniformidad lumínica, lo que hace indispensable un diseño personalizado para cada sector. De esta manera, se garantiza el cumplimiento normativo, se optimiza la iluminación en cada espacio y se logra una integración armónica entre el alumbrado y su entorno.
- Si bien el alumbrado ornamental no es un elemento fundamental en un análisis técnico, su importancia en espacios de alta afluencia, como el Parque Miraflores, es significativa. Se priorizó la implementación de iluminación ornamental en áreas estratégicas donde el tránsito de personas es constante, realzando la arquitectura del parque y revitalizando zonas que han sido subutilizadas. La iluminación ornamental no solo contribuye a la estética del espacio, sino que también mejora la percepción de seguridad y fomenta el uso nocturno de las instalaciones.

Referencias

- [1] P. z. Ponce Lara, “Estudio de la contaminación lumínica y eficiencia energética en alumbrado exterior,” Master’s thesis, Universidad Politécnica de Cartagena, 2014.
- [2] D. E. Pillacela Pillacela, “Incidencia de la temperatura de color en la fatiga visual,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, Cuenca-Ecuador, Tech. Rep., 2020.
- [3] F. L. Honores Ordóñez and W. P. Cajamarca Loja, “Estudio y diseño técnico del sistema de alumbrado público en la av. joffre limade la ciudad de santa rosa parareemplazo de luminarias de vapor desodio por tecnología led,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2024.
- [4] A. J. Hernández Padilla, “Análisis técnico - económico de luminarias led frente a luminarias tradicionales en el alumbrado público del cantón salcedo.” Universidad de las Fuerzas Armadas, Tech. Rep., 2023.
- [5] L. F. Paredes Olmedo and F. M. Valdez Ordoñez, “Evaluación de la factibilidad técnica y energética de las luminarias led clase I y clase II según la homologación vigente del meer,” Univerddidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2023.
- [6] S. P. IBÉRICA, “Instrucciones de uso del luxómetro pce-174,” *Santiago, Chile: PCE*, 2018.
- [7] W. Mamani Condori and F. Soto Alanes, “Optimización del sistema de alumbrado público en la localidad de caracollo,” Master’s thesis, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, 2014.
- [8] P. V. Camino Peralta, “Percepción visual de áreas patrimoniales en la ciudad de cuenca con el uso de nuevas tecnologías de luminarias,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2020.
- [9] A. Cousseau, “La Iluminación de las ciudades y su imagen nocturna: caso de Lyon y Barcelona,” Universidad de Girona, Tech. Rep., 2014.
- [10] D. F. Cedillo Arévalo and G. S. Chocho Rojas, “Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia

- delictiva de la ciudad de cuenca,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2022.
- [11] V. H. F. Rugeles, H. B. C. Garzón, and J. A. C. Osorio, “Aplicaciones de iluminación con leds,” *Scientia et technica*, vol. 16, no. 45, pp. 13–18, 2010.
- [12] S. López Arias, “Iluminación y alumbrado público,” Ph.D. dissertation, 2015.
- [13] J. Alberich, D. Gómez Fontanills, and A. Ferrer Franquesa, *Percepción visual*, FUOC, Ed. Universidad Oberta de Catalunya, 2013.
- [14] M. P. Gualpa Bajaña and O. L. Jimenéz Cajamarca, “Evaluación de la influencia de los niveles de iluminación y temperatura del color en la atención a clases, aplicando en un caso en la universidad politécnica salesiana sede cuenca,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2019.
- [15] I. P. Genovez Zuñiga, “Eficiencia energética en el servicio de alumbrado público del ecuador,” Master’s thesis, Universidad de Cuenca, 2015.
- [16] J. P. Narváez Muñoz, “Análisis técnico, económico para determinar la viabilidad de remplazar todas las luminarias de sodio utilizadas en el sistema de alumbrado público general en el área urbana de la ciudad de cuenca por luminarias de tecnología led (light emitting diode),” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Tech. Rep., 2020.
- [17] V. M. Bravo Nieto and L. V. Rendón Ramírez, “Propuesta de normativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual,” Escuela Politécnica Nacional, Tech. Rep., 2015.
- [18] J. C. Pugo León, “Estudio de iluminación natural y artificial en la biblioteca de la universidad politécnica salesiana sede cuenca.” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2019.
- [19] J. Caminos, “Criterios de diseño en iluminación y color,” Universidad Tecnológica Nacional, Tech. Rep., 2011.

- [20] A. P. H. Jiménez, A. M. Mateo, I. B. Rosales *et al.*, “Análisis de los niveles de iluminación para disminuir el desperdicio en las líneas productivas,” Tech. Rep., 2023.
- [21] M. P. Castro Guaman and N. C. Posligua Murillo, “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2015.
- [22] A. E. Pattini, R. Rodríguez, J. M. Monteoliva, and J. A. Yamín Garretón, “Iluminación en espacios de trabajo: propuestas al protocolo de medición del factor iluminación de la superintendencia de riesgos de trabajo,” *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 16, 2012.
- [23] W. F. Sangotasig Tocumbe and C. A. Tasinchana Casa, “Implementación del sistema de generación fotovoltaico para la iluminación del laboratorio de simulación de la universidad técnica de cotopaxi utilizando la norma inen 1 154,” B.S. thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2023.
- [24] J. R. Alcívar-Centeno, W. R. Loor-Chalar, H. J. Vargas-Quiñonez, E. F. Quiñónez-Guagua, and F. A. Gresely-Santi, “Análisis del sistema de alumbrado público de tipo sodio, mercurio y led con paneles fotovoltaicos,” *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, vol. 3, no. 1, pp. 333–341, 2023.
- [25] E. O. Ordoñez Parapi and A. E. Zapata Cruz, “Implementación de medidas de eficiencia energética y un sistema de control y monitoreo de energía en la biblioteca de la ups - sede cuenca,” Universidad Politécnica Salesiana, Tech. Rep., 2021.
- [26] E. A. Muñoz-Muñoz, W. A. Cornejo-Delgado, and M. Moreano-Alvarado, “Mejora del alumbrado público mediante software de diseño lumínico dialux: Artículo de revisión bibliográfica,” *Revista Científica de Educación Superior y Gobernanza Interuniversitaria Aula 24-ISSN: 2953-660X*, vol. 1, no. 1, pp. 2–8, 2020.
- [27] Agencia de Regulación y Control de Electricidad del Ecuador, “Regulación nro. arcernnr 006/20,” 2020, accedido el 18 de noviembre de 2024. [Online]. Available: <https://www.regulacion-electricidad.gob.ec>

- [28] Ragni Lighting, “Bento area-m-asy13-48led-4000k-4p6s-500ma,” 2025, accedido: 2025-02-05. [Online]. Available: <https://ragni-lighting.com/luminaire/bento/>
- [29] O. Lighting, “Catálogo profesional opple 2023,” 2023, accedido: 2025-02-06. [Online]. Available: https://www.opple.com/sites/default/files/downloads/professional_catalogue_2023.pdf
- [30] R. Lighting, “Catalogue ragni luminaires,” 2021. [Online]. Available: https://ragni-lighting.com/wp-content/uploads/2022/02/2021-CATALOGUE_RAGNI_LUMINAIRES_bd-compressed.pdf
- [31] WE-EF, “Rmc320 led,” 2025. [Online]. Available: <https://we-ef.com/aus/products/family/rmc320>
- [32] L. Leuchten, “Eva ii/r u led data sheet,” 2022. [Online]. Available: https://www.leipziger-leuchten.com/files/productdata/EVA_II-R_U_LED_data_sheet.pdf
- [33] Unilamp, “Medium space 2041-h-3-395-xx,” 2025. [Online]. Available: <https://unilamp.co.th/en/product/OD-2041/643>
- [34] D. Light, “Logic,” 2025. [Online]. Available: <https://deltalight.com/en/products/logic>

Anexos

.1. ARCERNNR 006/20

8.2. Vías para tráfico peatonal

Tabla 5. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas

Clase 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 asociada a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno.
P6	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.

Parámetros fotométricos para tráfico peatonal

Los parámetros fotométricos para tráfico peatonal (P1 al P6), se definen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de Iluminación	Iluminación (lx)	
	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	0,2

Nota: (*) Medidas a nivel de suelo

ARTÍCULO 9. PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS DE LOS ESCENARIOS DEPORTIVOS

Lo escenarios deportivos deberán cumplir con los niveles de iluminancia establecidos en la Tabla 9.

Tabla 9. Parámetros fotométricos

Descripción:	Iluminancia Promedio mínimo (lx)	Uniformidad de la Iluminancia $U_0 \geq \%$
Canchas deportivas de uso múltiple y recreativo	50	40

.2. Ficha técnica de las luminarias utilizadas

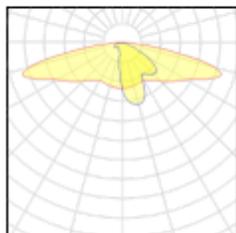
Hoja de dato de productos

BENTO AREA M
BENTO AREA-M-ASY13-48LED-4000K-4P6S-500 MA
RAGNI



Made of aluminium and with symmetrical lines, Bento AREA is a functional floodlight with a minimalist design available in 3 sizes. Rectangular in shape, it has a compartment at the rear housing the control gear, which harmoniously joins the lighting section. It has a double compartmentalisation and is fully IP66. Fixed laterally with a lyre, it can be installed on crossbars and crowns as well as on the front. Bento AREA has 12 to 24 LEDs in the S version, 24 to 48 LEDs in the M version and 72 LEDs in the L version, with a colour temperature of 3000 K or 4000 K. It has optimised light distributions and is specially designed for sports lighting, car parks and tertiary areas. The Bento AREA luminaire incorporates the Zhaga standard in its design.

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	150,7 W	LOR	100 %
Flujo de lámpara	20980 lm	Flujo total	20979 lm
Eficiencia luminosa	139 lm/W	Potencia total	150,7 W
CCT	4000 K		
CRI	70		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil, Mástil integrado

Eléctrico

Potencia: 150,7 W

Forma y medidas

Longitud: 700 mm

Anchura: 300 mm

Altura ajustable: 100 mm

Protección

IP: 66

Ajustabilidad

Reclinable

Hoja de dato de productos

LEDFLOODOLY-P2 RE700-1200W-757-W-LUM

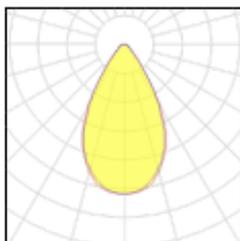
720001012600

OPPLE



Flood Olympus G2 1200W-192000lm-5700K-60°-DALI2/1-10V/DMX-IP66

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	1200 W	LDR	100 %
Flujo de lámpara	192000 lm	Flujo total	192000 lm
Eficiencia luminosa	160 lm/W	Potencia total	1200 W
CCT	5700 K		
CRI	70		

Tipo de Montaje

Montaje en pared, Montaje en el cima de mástil, Montaje en suelo

Eléctrico

Potencia: 1200 W

Forma y medidas

Longitud: 701 mm

Anchura: 612 mm

Altura ajustable: 356 mm

Protección

IP: 66

IK: 08

Certificados: CE, ENEC

Ajustabilidad

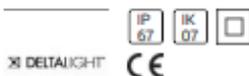
Giratorio, Reclinable

Diseño

Color de carcasa: Negro

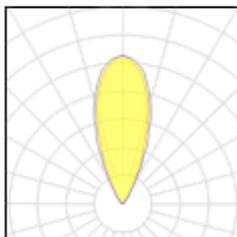
Hoja de dato de productos

LOGIC LINEAR ON 880 HONEYCOMB 94040 DIM5
30836 9435
DELTA LIGHT



Luminaire, wall surface mounted or floor surface mounted (outdoor use) from Delta Light, named LOGIC LINEAR ON 880 HONEYCOMB 94040 DIM5, available in the colour(s): alu grey, black, flemish bronze outdoor, anthracite (dark grey), white. This luminaire is equipped with LED cluster 28,8W / CRI>90 (R9: 62) / 4000K / 3768lm with build-in converter to operate on a voltage of 48V-DC. Dimming protocol: DALI. Light distributor: lens 40°.

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	33 W	LOR	51 %
Flujo de lámpara	3768 lm	ULOR	51 %
Eficiencia luminosa	114 lm/W	Flujo total	1930 lm
CCT	4000 K	Potencia total	33 W
CRI	90		

Tipo de Montaje

Montaje en pared, Montaje en suelo

Forma y medidas

Longitud: 882 mm
Anchura: 42 mm
Altura ajustable: 57 mm

Eléctrico

Potencia: 33 W
Clases de aislamiento: II

Protección

IP: 67
IK: 07
Certificados: CE

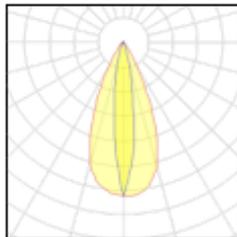
Hoja de dato de productos

MEDIUM SPACE
2041-H-3-395-XX
UNILAMP



SPACE Space is a range of next generation flood lights for demanding outdoor lighting tasks. Six different tailored made light engines cover a wide range of lighting applications. High efficacy 3SDCM COBs offer highest lumen output. The high power LED options for SPACE gives lighting designers a wide choice of carefully calculated light distributions, including an ultra-narrow beam down to 5°. The SPACE RGBW version with optics-based color mixing is the ideal solution for impactful highlighting of outdoor spaces. SPACE cans also be customized to tunable white solution which allows tasteful illumination of architectural structures in different color temperatures. Regardless of LED option, a glare shield cap, snoot and luminaire integrated honeycombs are available as standard accessory. Different mounting solutions such as a pole clamp or pole arm let SPACE to be installed in numerous applications. SPACE can be equipped with a built-in photocell, DALI2 control system or state of the art wireless control utilizing CASAMBI. Minimal amount of tools required for installation and the prewired electrical connection simplifies the installation process. Features: • Same look and feel across the range • Various light distributions and LED options to choose from • Supreme surge protection: mains and dimming line 10kV protected • High ambient temperature rating up to 50°C • Computer optimized housing structure, ultra-robust yet light weight

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	42 W	LOR	100 %
Flujo de lámpara	5550 lm	ULOR	7 %
Eficiencia luminosa	132 lm/W	Flujo total	5550 lm
CCT	4000 K	Potencia total	50 W
CRI	80		

Tipo de Montaje

Bolardos, Montaje en suelo

Forma y medidas

Longitud: 98 mm

Anchura: 212 mm

Altura ajustable: 140 mm

Ajustabilidad

Ajuste sin restricciones

Eléctrico

Potencia: 50 W

Clases de aislamiento: I

Protección

IP: 66

IK: 09

Hoja de dato de productos

EVA II/R U LED (SYMMETRISCH)

4.898.9433.05-24

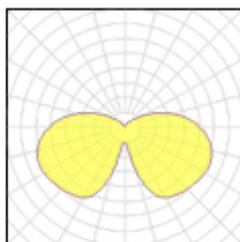
LEIPZIGER LEUCHTEN



IP
65

recom. pole height: 3.00m – 5.00m light standards: low, medium and high lighting requirements lamp: excl. metal halide, sodium, compact fluorescent lamps; incl. CosmoPolis; incl. 1 LLM LED module, incl. 1 U LED module 2 colour temperature: 2.800K, 3.000K warm white or 4.000K neutral white gear: HCl and NAV; incl. low loss ballast, ignitor and condensator; electronic ballast on request; CDO, CPO, compact fluorescent lamps: incl. electronic ballast; LED: electronic driver up to 100.000 hours; CLO mode LED life expectancy: up to 50.000 hours/ L100; U LED: up to 100.000 hours/ L90 light control: at extra cost: dimming; power reduction (except U-A LED); U LED: external change of dim settings subsequently or CLEVER LIGHT 10 optical system: EVA II: louvre system for vertically mounted, coated lamps (except CPO); R U LED and EVA IV U LED: with satined anti-glare tube; U LED: without louvre, diffuse; LLM LED: reflector system for directed, horizontally mounted LLM LED modules light distribution: symmetrical, asymmetrical or asymmetrical with back shield, LLM LED: extreme wide beam luminaire head: incl. canopy: EVA II ø 600mm, EVA IV/ U LED ø 750mm, EVA IV, V ø 760mm: made of aluminium with a special underside finish; base made of cast aluminium; powder coated bracket: incl. double or wall bracket with wall shield made of hot dip galvanised steel and cap made of aluminium; powder coated colour: RAL or DB glazing: satined. PMMA RESIST; clear, pearl structured: polycarbonate, UV-stabilised wiring: completely wired; via a plug and socket connector below the luminaire head installation: 1 bracket: for post top ø 60mm or ø 76mm; 2 brackets: for post top ø 76mm; WL: to be screwed on the wall accessory: lamp (except CPO, LED), cable, column, pole accessories, fixing material for the wall installation – to be ordered separately application areas: residential and local distribution roads, car parks, schools, hotels, factory premises, paths, squares, parks

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	17 W	LOR	100 %
Flujo de lámpara	2373 lm	ULOR	25 %
Eficiencia luminosa	125 lm/W	Flujo total	2373 lm
CCT	4000 K	Potencia total	19 W
CRI	80		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil

Eléctrico

Potencia: 19 W

Forma y medidas

Altura ajustable: 610 mm

Diámetro: 400 mm

Peso: 14,5 kg

Protección

IP: 65

Ajustabilidad

Altura ajustable

Hoja de dato de productos

RMC320 [R65] IP66LED-18/78W/2,2K
105-7304
WE-EF

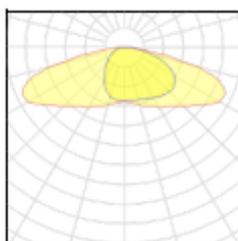


we-ef



IP66, Class I, IK08. Marine-grade, die-cast aluminium alloy. 5CE superior corrosion protection including PCS hardware. Silicone CCG® Controlled Compression Gasket. RFC™ Reflection Free Contour main lens. Integral EC electronic converter. CAD-optimised optics for superior illumination and glare control. OLC® One LED Concept. Factory installed LED circuit board. The luminaire is factory-sealed and does not need to be opened during installation. Maximum spacing for streetlighting applications depends on wattage and light distribution: 5.5 to 9 times the mounting height.

Emisión de luz 1



18 x LED

Potencia nominal de lámpara	4,3 W	LOR	69 %
Flujo de lámpara	510 lm	Flujo total	6345 lm
Eficiencia luminosa	74 lm/W	Potencia total	86 W
CCT	2200 K		
CRI	70		

Tipo de Montaje

Mástil integrado

Forma y medidas

Altura ajustable: 60 mm

Diámetro: 325 mm

Peso: 7,5 kg

Eléctrico

Potencia: 86 W

Clases de aislamiento: I

Protección

IP: 66

IK: 08

Hoja de dato de productos

VENCE 642

VENCE-642-ASY10-32LED-4000K-700 MA

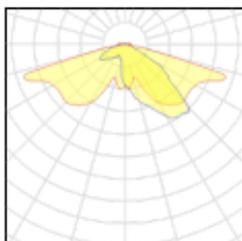
RAGNI



IP
66

Vence is a heritage luminaire for ambience lighting. Characteristic of traditional lanterns, it is mounted on a stirrup with 4 arms, each finished by a machined brass ball and surmounted by a pyramidal dome. A decorative mushroom forms the summit. On top or suspended, the luminaire is made of stainless steel, copper or brass and its protection is made of methacrylate (different textures available) or a flat glass. It is equipped with an EVO2 LED module.

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	68,7 W	LOR	100 %
Flujo de lámpara	8665 lm	Flujo total	8665 lm
Eficiencia luminosa	126 lm/W	Potencia total	68,7 W
CCT	4000 K		
CRI	70		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil

Eléctrico

Potencia: 68,7 W

Forma y medidas

Longitud: 420 mm

Anchura: 420 mm

Altura ajustable: 500 mm

Protección

IP: 66

Ajustabilidad

Fijo

Hoja de dato de productos

NITYA XL G3 II C52 39K0 740 B544 C

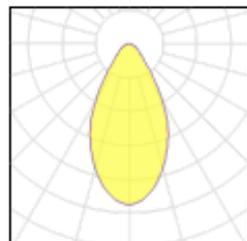
NITYA XL G3 II C52 39K0 740 B544 C

ELEKTRO LUMEN



Highly efficient, long-life LED reflector for a wide range of applications.

Emisión de luz 1



1 x LED

Potencia nominal de lámpara	192,6 W	LOR	89 %
Flujo de lámpara	35100 lm	Flujo total	31269 lm
Eficiencia luminosa	182 lm/W	Potencia total	192,6 W
CCT	4000 K		
CRI	70		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil

Forma y medidas

Longitud: 588 mm

Anchura: 519 mm

Altura ajustable: 108 mm

Ajustabilidad

Reclinable

Diseño

Impresión de Material: Mate

Eléctrico

Potencia: 192,6 W

Balastos: ECG

Clases de aislamiento: II

Protección

IP: 66

IK: 09

Certificados: CE, ENEC, F

Otros números operativos

Intervalo de temperatura ambiente: -30...50 °C

.3. Datos y cálculos en excel

Calculos de Iluminancia

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha Grande	10.3	56	32	1.98	15.82	16	38.6	0.86
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 1	10.3	30	18	1.09	9.56	10	82.42	0.90
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 2	10.3	30	18	1.09	9.56	10	82.93	0.90
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha nueva 3	10.3	30	18	1.09	9.56	10	82.54	0.92
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento grande	12.1	31	20	1.00	9.03	10	11.71	0.65
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento 1	10.3	30	18	1.09	9.56	10	60.29	0.55
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha cemento 2	12.1	20	35	1.05	9.31	10	16.501	0.75
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha voley 1	12.1	10	19	0.54	6.46	8	13.045	0.72
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha voley 2	12.1	10	20	0.55	6.51	8	11.00375	0.84
Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [lx]	Uniformidad Uo
Cancha voley doble	10.3	19	20	0.95	8.68	10	30.96	0.80

Comparación con la normativa

Área	Emedida [lx]	Uniformidad Uo	Cumple Ilum. mínima	Cumple Uniformidad
Cancha Grande	38.60	0.86	No	Si
Cancha nueva 1	82.42	0.90	Si	Si
Cancha nueva 2	82.93	0.90	Si	Si
Cancha nueva 3	82.54	0.92	Si	Si
Cancha cemento grande	11.71	0.65	No	Si
Cancha cemento 1	60.29	0.55	Si	Si
Cancha cemento 2	16.50	0.75	No	Si
Cancha voley 1	13.05	0.72	No	Si
Cancha voley 2	11.00	0.84	No	Si
Cancha voley doble	30.96	0.80	No	Si

Área	Emedida [lx]	Uniformidad Uo	Cumple Ilum. mínima	Cumple Uniformidad
Área recreativa circular	5.83	0.51	No	Si
Área recreativa niños	4.98	0.46	No	Si
Área recreativa 2	13.71	0.72	Si	Si
Área verde 1	6.09	0.59	No	No
Área verde 2	6.05	0.63	No	Si
Área verde 3	21.44	0.62	Si	Si
Área verde 4	14.43	0.76	Si	Si
Área verde 5	40.26	0.70	Si	Si
Área verde 6	11.11	0.52	Si	No
Área verde 7	11.60	0.74	Si	Si

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área recreativa circular	10.3	20.2	21.7	1.02	9.09	10	5.83	0.51

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área recreativa niños	12.1	20	19	0.81	7.87	8	4.97625	0.46

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área recreativa 2	12.1	16.3	56.4	1.05	9.27	10	13.711	0.72

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 1	10.3	49	30	1.81	14.49	14	6.0928571	0.39

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 2	10.3	18	41.4	1.22	10.36	10	6.05	0.63

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 3	10.3	36	20	1.25	10.55	10	21.44	0.62

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 4	12.1	35	25	1.21	10.27	10	14.431	0.76

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 5	10.3	12.2	38	0.90	8.39	8	40.2625	0.70

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 6	12.1	20.7	41.4	1.14	9.86	10	11.11	0.32

Area	h[m]	a[m]	b[m]	k	N	N minimo	Emedida [Lx]	Uniformidad Uo
Área verde 7	10.3	30.5	23	1.27	10.71	10	11.6	0.74

.4. Luminarias utilizadas

Parque miraflores

DIALux

Lista de luminarias

Φ_{total} 6175548 lm		P_{total} 42601.0 W		Rendimiento lumínico 145.0 lm/W		
Un.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
28	Delta Light	30836 9435	LOGIC LINEAR ON 880 HONEYCOMB 94040 DIMS	33.0 W	1928 lm	58.4 lm/W
43	ELEKTRO LUMEN	NITYA XL G3 II C52 39k0 740 B544 C	NITYA XL G3 II C52 39k0 740 B544 C	192.6 W	31647 lm	164.3 lm/W
59	Leipziger Leuchten GmbH	4.898.9433.05 -24	EVA II/R U LED (symmetrisch)	19.0 W	2373 lm	124.9 lm/W
8	Opplé Lighting	72000101260 0	LEDfloodOly-P2 Re700-1200W-757-W-LUM	1200.0 W	191990 lm	160.0 lm/W
139	Ragni	BENTO AREA-M-ASY13-48LED-4000K-4P6S-500 mA	BENTO AREA M	150.7 W	21013 lm	139.4 lm/W
7	Ragni	VENCE-642-ASY10-32LED-4000K-700 mA	VENCE 642	68.7 W	8665 lm	126.1 lm/W
6	Unilamp	2041-H-3-395-XX	Medium SPACE	50.0 W	4220 lm	84.4 lm/W
11	WE-EF	105-7304	RMC320 [R65] IP66:LED-18/78W/2,2K	86.0 W	7094 lm	82.5 lm/W

.5. Layout

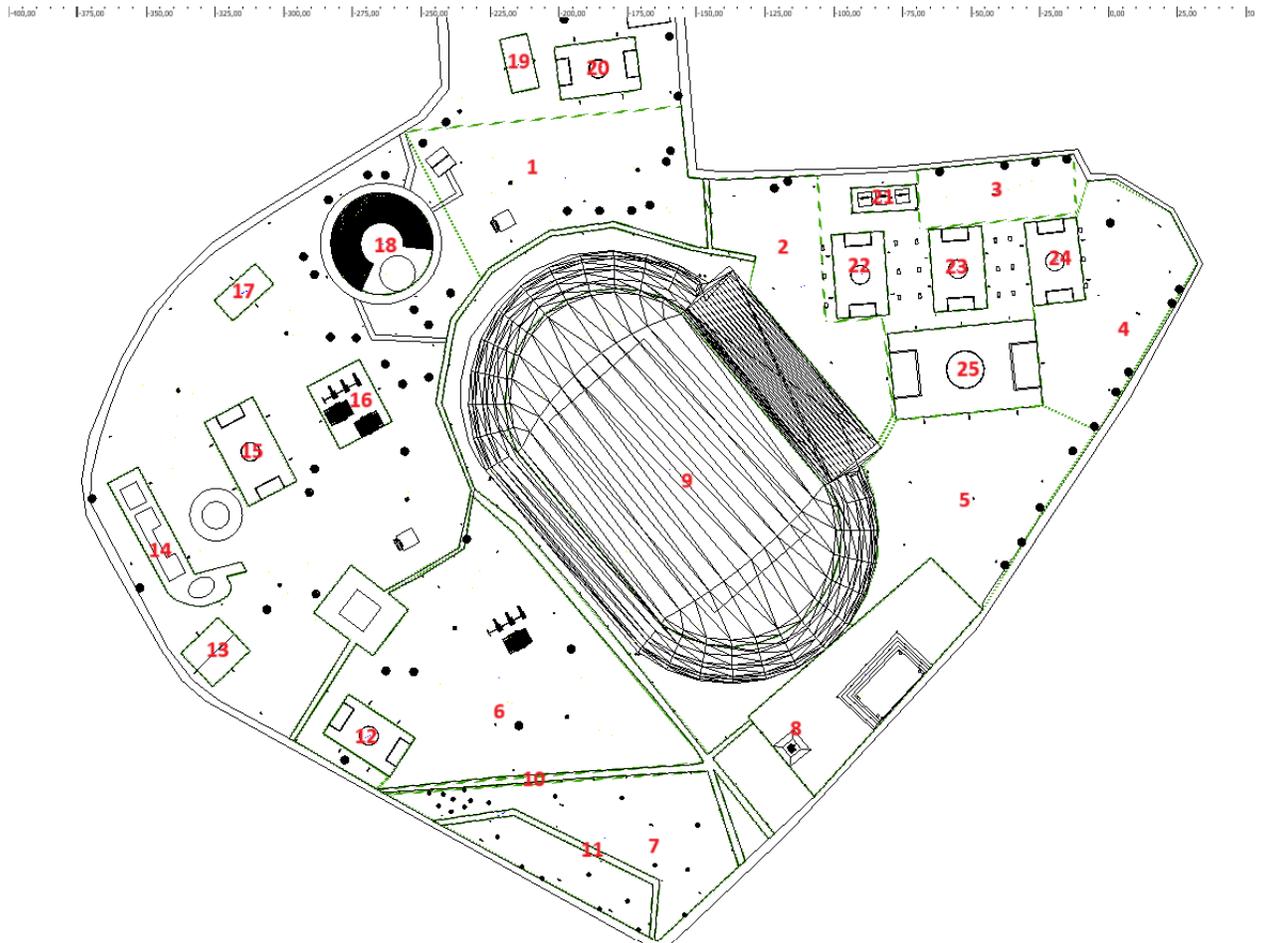


Figura 39: Layout

Tabla 50: Tabla de zonas y áreas de referencia

Número	Zona/Área
1	Área verde 6
2	Área verde 5
3	Área verde 7
4	Área verde 2
5	Área verde 1
6	Área verde 4
7	Área verde 3
8	Área estatua
9	Pista de atletismo
10	Caminera principal
11	Caminera secundaria
12	Cancha cemento 1
13	Cancha volley doble
14	Área recreativa 2
15	Cancha cemento 2
16	Área recreativa niños
17	Cancha volley 2
18	Área recreativa circular
19	Cancha volley 1
20	Cancha cemento grande
21	Patio de comida
22	Cancha nueva 1
23	Cancha nueva 2
24	Cancha nueva 3
25	Cancha grande

.6. Objetos de Cálculo Dialux

Parque miraflores

DIALux

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{máx}	U _o (g ₁) (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Cancha nueva 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	62.4 lx (≥ 50.0 lx) ✓	48.3 lx	83.5 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓	0.58	WP1
Plano útil (Cancha nueva 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	55.9 lx (≥ 50.0 lx) ✓	44.9 lx	78.5 lx	0.80 (≥ 0.40) ✓	0.57	WP2
Plano útil (Cancha nueva 3) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	63.1 lx (≥ 50.0 lx) ✓	45.6 lx	92.1 lx	0.72 (≥ 0.40) ✓	0.50	WP3
Plano útil (Cancha grande) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	61.5 lx (≥ 50.0 lx) ✓	41.0 lx	95.2 lx	0.67 (≥ 0.40) ✓	0.43	WP4
Plano útil (Cancha cemento 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	63.6 lx (≥ 50.0 lx) ✓	50.0 lx	83.3 lx	0.79 (≥ 0.40) ✓	0.60	WP5
Plano útil (Cancha cemento 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	61.0 lx (≥ 50.0 lx) ✓	42.1 lx	84.1 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.50	WP6
Plano útil (Cancha cemento grande) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	85.6 lx (≥ 50.0 lx) ✓	61.7 lx	141 lx	0.72 (≥ 0.40) ✓	0.44	WP7
Plano útil (Cancha voley 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	66.7 lx (≥ 50.0 lx) ✓	46.2 lx	94.4 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.49	WP8
Plano útil (Cancha voley doble) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	72.1 lx (≥ 50.0 lx) ✓	60.6 lx	86.2 lx	0.84 (≥ 0.40) ✓	0.70	WP9
Plano útil (Cancha de voley 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	67.7 lx (≥ 50.0 lx) ✓	52.3 lx	93.6 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓	0.56	WP10
Plano útil (Área recreativa niños) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	32.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	17.0 lx	58.5 lx	0.52 (≥ 0.40) ✓	0.29	WP11

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Área recreativa circular) Iluminancia perpendicular Altura: 2.000 m, Zona marginal: 2.000 m	57.6 lx (≥ 30.0 lx) ✓	24.0 lx	116 lx	0.42 (≥ 0.40) ✓	0.21	WP12
Plano útil (Área recreativa 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.330 m, Zona marginal: 0.000 m	48.7 lx (≥ 10.0 lx) ✓	22.9 lx	69.3 lx	0.47 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP13
Plano útil (Pista de atletismo) Iluminancia perpendicular Altura: 0.500 m, Zona marginal: 1.000 m	53.2 lx (≥ 50.0 lx) ✓	29.6 lx	128 lx	0.56 (≥ 0.40) ✓	0.23	WP14
Plano útil (Camino principal) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	28.3 lx (≥ 10.0 lx) ✓	18.7 lx	48.7 lx	0.66 (≥ 0.40) ✓	0.38	WP15
Plano útil (Camino secundario) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.000 m	32.5 lx (≥ 10.0 lx) ✓	23.3 lx	44.9 lx	0.72 (≥ 0.40) ✓	0.52	WP16
Plano útil (área verde 3) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 1.000 m	31.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	14.6 lx	60.8 lx	0.47 (≥ 0.40) ✓	0.24	WP17
Plano útil (Área verde 4) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 4.000 m	42.6 lx (≥ 10.0 lx) ✓	16.9 lx	99.8 lx	0.40 (≥ 0.40) ✓	0.17	WP18
Plano útil (Área verde 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 3.000 m	38.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	15.4 lx	84.1 lx	0.40 (≥ 0.40) ✓	0.18	WP19
Plano útil (Área verde 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 3.000 m	53.0 lx (≥ 10.0 lx) ✓	31.2 lx	94.3 lx	0.59 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP20
Plano útil (área verde 7) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 2.000 m	50.6 lx (≥ 10.0 lx) ✓	25.0 lx	87.5 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.29	WP21
Plano útil (Área verde 5) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 3.000 m	45.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	19.3 lx	79.5 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.24	WP22
Plano útil (Área verde 6) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 4.000 m	69.3 lx (≥ 10.0 lx) ✓	30.3 lx	116 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.26	WP23

Parque miraflores

DIALux

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Patio de comida) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.200 m	28.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	12.5 lx	47.0 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.27	WP24
Plano útil (Área estatua) Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m, Zona marginal: 1.000 m	31.2 lx (≥ 10.0 lx) ✓	14.1 lx	59.7 lx	0.45 (≥ 0.40) ✓	0.24	WP25

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (S.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))