

Pregrado

**Carrera: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Asignatura (UIC): PROYECTO DE
INTEGRACION CURRICULAR**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título en: Tecnólogo Universitario en Gestión del
mantenimiento eléctrico y eficiencia energética**

**Tema: Repotenciación del sistema eléctrico e
iluminación de la cancha Jaime Roldós**

Autor/s: Bayas Pancho Emerson Ariel

Guiracocha Guachum Fabrizio Alexander

Tutor: Olmedo Ruiz Jonathan Miguel

Fecha: 29 de agosto del 2025





Autor: Bayas Pancho Emerson Ariel

Título a obtener: Tecnólogo Universitario

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: emerson.bayas@ister.edu.ec



Autor: Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander

Título a obtener: Tecnólogo Universitario

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: Fabrizio.guiracocha@ister.edu.ec



Dirigido por: Olmedo Ruiz Jonathan Miguel

Título: Ingeniero

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: jonathan.olmedo@ister.edu.ec

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2025 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Bayas Pancho Emerson

Guiracocha Guachun Fabrizio

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN DE LA CANCHA
JAIME ROLDÓS

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 29 de agosto del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez

DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín

COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, Bayas Pancho Emerson Ariel declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Repotenciación Del Sistema Eléctrico E Iluminación De La Cancha Jaime Roldós, de la Tecnología Superior Universitaria de Gestión De Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Bayas Pancho Emerson Ariel

C.I.: 1754534509

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Sangolquí, 29 de agosto del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

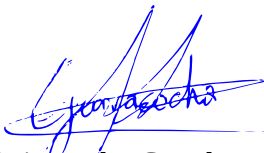
Presente

Por medio de la presente, yo, Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Repotenciación Del Sistema Eléctrico E Iluminación De La Cancha Jaime Roldós, de la Tecnología Superior Universitaria de Gestión De Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander

C.I.: 0941311136

**FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN
BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**

CARRERA:

TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA GESTION DE MATENIMIENTO ELECTRICO Y
EFICIENCIA ENERGETICA

AUTOR /ES:

BAYAS PANTO EMERSON ARIEL - GUIRACOA GUACHUN FABRIZIO
ALEXANDER

TUTOR: OLMEDO RUIZ JONATHAN MIGUEL

CONTACTO ESTUDIANTE:

0984243913 - 0989084201

CORREO ELECTRÓNICO:

Emerson.bayas@ister.edu.ec - Fabrizio.guiracocha@ister.edu.ec

TEMA: REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN DE LA
CANCHA JAIME ROLDÓS

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El presente proyecto de titulación desarrolla la repotenciación del sistema eléctrico e iluminación de la cancha comunitaria Jaime Roldós, localizada en el cantón La Troncal, provincia del Cañar. La infraestructura presentaba un déficit lumínico ocasionado por el deterioro de los reflectores halógenos instalados y la ausencia de un plan de mantenimiento, lo cual limitaba el uso seguro del espacio en horarios nocturnos.

PALABRAS CLAVE: Repotenciación eléctrica, iluminación deportiva, Eficiencia energética, Luminarias LED, Normativas

ABSTRACT:

This land titling project upgrades the electrical and lighting system of the Jaime Roldós community court, located in the La Troncal canton, Cañar province. The infrastructure suffered

from a lighting deficit caused by the deterioration of the installed halogen spotlights and the lack of a maintenance plan, which limited safe use of the space at night.

KEYWORDS:

Electrical retrofitting, sports lighting, energy efficiency, LED luminaires, regulations



Firma del Estudiante
Bayas Pancho Emerson Ariel
C.I.: 1754531509



Firma del Estudiante
Guiracocha Guachun Fabrizio
Alexander
C.I.: 0941311136

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 29 de agosto del 2025

Sres.-

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Yo Bayas Pancho Emerson Ariel con C.I.: 1554534509 alumno de la Carrera GESTION DE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y EFICIENCIA ENERGETICA cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los

derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante
Bayas Pancho Emerson Ariel
C.I.: 1754534509

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

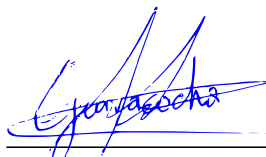
Sangolquí, 29 de agosto del 2025

**Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Yo Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander, con C.I.: 0941311136 alumno de la Carrera GESTION DE MANTENIMIENTO ELECTRICO Y EFICIENCIA ENERGETICA cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander

C.I.: 0941311136

Resumen:

El presente trabajo de titulación desarrolla la repotenciación del sistema eléctrico e iluminación de la cancha comunitaria Jaime Roldós, ubicada en el cantón La Troncal, provincia del Cañar. En el Capítulo I se establece el marco teórico, abordando los antecedentes de estudios previos sobre iluminación pública y deportiva, así como las normativas vigentes en el Ecuador (NEC e INEN), los criterios técnicos de eficiencia energética y seguridad eléctrica, y la incorporación de tecnologías LED mediante el uso de software especializado como DIALux y AutoCAD.

En el Capítulo II se describe la metodología aplicada, que incluye la evaluación del estado actual de la cancha, la recopilación de datos mediante observación directa y mediciones, y la simulación de alternativas de diseño eléctrico y lumínico. Se presentan cálculos eléctricos para la correcta selección de conductores, protecciones y luminarias, garantizando el cumplimiento normativo y la seguridad de los usuarios.

El Capítulo III desarrolla la propuesta técnica de implementación, detallando la planificación del proyecto, la sustitución de luminarias halógenas por proyectores LED, la instalación de canalizaciones subterráneas, tableros eléctricos y sistemas de protección, así como el montaje y pruebas de funcionamiento. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema diseñado cumple y supera los requisitos normativos de iluminación, aportando una infraestructura eficiente, segura y sostenible para la práctica deportiva y la recreación comunitaria.

Palabras claves:

Repotenciación eléctrica, iluminación deportiva, eficiencia energética, luminarias LED, normativas.

Abstract:

This thesis addresses the upgrade of the electrical and lighting system of the Jaime Roldós community court, located in the La Troncal canton, Cañar province. Chapter I establishes the theoretical framework, addressing the background of previous studies on public and sports lighting, as well as current regulations in Ecuador (NEC and INEN), technical criteria for energy efficiency and electrical safety, and the incorporation of LED technologies through the use of specialized software such as DIALux and AutoCAD.

Chapter II describes the applied methodology, which includes the evaluation of the current condition of the court, data collection through direct observation and measurements, and the simulation of electrical and lighting design alternatives. Electrical calculations are presented for the correct selection of conductors, protections, and luminaires, ensuring regulatory compliance and user safety.

Chapter III develops the technical implementation proposal, detailing the project planning, the replacement of halogen luminaires with LED floodlights, the installation of underground conduits, electrical panels, and protection systems, as well as the assembly and operational testing. The results demonstrate that the designed system meets and exceeds regulatory lighting requirements, providing an efficient, safe, and sustainable infrastructure for sports and community recreation.

Keywords:

Electrical retrofitting, sports lighting, energy efficiency, LED luminaires, regulations.

Índice de contenido:

CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2. Introducción al Sistema Eléctrico en Infraestructura Deportiva	5
1.3. Canchas de Indor Fútbol en el Contexto Cantonal del Ecuador.....	6
1.4. Repotenciación del Sistema Eléctrico	6
1.5. Iluminación Deportiva.....	7
1.5.1 Requerimientos de iluminación para canchas de indor	7
1.5.2. Normativas ecuatorianas aplicables.....	8
1.5.3. La regulación NRO. ARCERNNR-007/23	9
1.6. Tecnología LED	9
1.6.1. Reflectores LED	10
1.7. Seguridad Eléctrica en Instalaciones Deportivas.....	10
1.8. Eficiencia Energética y Sostenibilidad	11
1.9. Instalación eléctrica	11
1.9.1. Elementos de una instalación eléctrica	12
1.9.1.1. Interruptor termomagnético	12
1.9.1.2. Conductor eléctrico.....	12
1.9.1.3. Canalización y soporte.....	15
1.9.1.4. Sistema de puesto a tierra	16
1.9.2. Temporizadores	16

1.9.2.1. Contactores	16
1.9.3. Pozo de concreto.....	17
1.9.4. Tablero eléctrico	17
1.10. Software	18
1.10.1. Dialux	18
1.10.2. AutoCAD.....	19
CAPÍTULO II.....	20
METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO	20
2.1. Tipo de investigación.....	20
2.2. Diseño de investigación.....	21
2.3. Estado actual de la cancha	21
2.4. Diseño	22
2.5. Diseño lumínico.....	23
2.6. Lampara utilizada para nuestra simulación	24
2.7. Simulación	25
2.7.1. Sistema de iluminación.....	26
2.8. Cálculos	29
2.8.1. Cálculos para el conductor del cable	29
CAPÍTULO III	34
DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO	34
3.1. Preparación del área de trabajo.....	34

3.2. Retiro del sistema existente	34
3.3. Implementación del nuevo sistema eléctrico.....	35
3.4. Montaje de postes y proyectores LED.....	38
3.5. Pruebas y ajustes.....	41
3.6. Puesta en funcionamiento y entrega a la comunidad.....	42
CAPÍTULO IV	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
4.1. Conclusiones:.....	44
4.2. Recomendaciones	45
Bibliografía.....	46
Anexos.....	50

Índice de Figuras

Figura 1. Interruptor termomagnético.....	12
Figura 2. Estado actual de la cancha.....	21
Figura 3. Estado actual de la cancha.....	22
Figura 4. Diseño de la cancha en DIALux	23
Figura 5. Simulación en el Dialux del diseño lumínico de la cancha.....	24
Figura 6. Lampara Ledex.....	25
Figura 7. Simulación del sistema de iluminación en DIALux	26
Figura 8. Luminaria utilizada en DIALux	27
Figura 9. Resultados obtenidos a través de la simulación	28
Figura 10. Simulación en AutoCAD del levantamiento para medir la longitud del circuito	30
Figura 11. Desmontaje de las lámparas de Halógeno.....	35
Figura 12. Desmontaje de las lámparas de halógeno.....	35
Figura 13. Revisión del correcto funcionamiento	36
Figura 14. Implementación del cable a través de los pozos	37
Figura 15. Implantación del cable atravez de los pozos	37
Figura 16. Tablero Eléctrico implementado según los elementos mencionados.....	38
Figura 17. Implementación de las lámparas en los postes.....	39
Figura 18. Implementación de las lámparas en los postes.....	39
Figura 19. Implementación de las lámparas en los postes.....	40
Figura 20. Implementación de las lámparas en los postes.....	40
Figura 21. Imagen media lx.....	42
Figura 22. Utilización del luxómetro y correcto funcionamiento en la noche	42
Figura 23. Funcionamiento de las lámparas en los postes.....	43
Figura 24. <i>Funcionamiento de las lámparas en los postes</i>	43

Índice de Tablas

Tabla 1. Niveles de iluminación recomendadas para canchas de indor según IEC 12193	8
Tabla 2. <i>Parámetros complementarios para iluminación deportiva según IEC 12193</i>	8
Tabla 3. <i>Tipos de conductores eléctricos y su aplicación</i>	13
Tabla 4. <i>Comparación de materiales conductores</i>	13
Tabla 5. <i>Tipos de aislamientos para conductores eléctricos</i>	14
Tabla 6. <i>Capacidad de corriente (A) de conductores eléctricos según su calibre y aislamiento</i>	14
Tabla 7. <i>Tipos de canalización eléctrica y su aplicación común</i>	15
Tabla 8. <i>Características de la Lampara Ledex</i>	25
Tabla 9. <i>Capacidad de conducción</i>	32
Tabla 10. <i>Medición de luxes medio</i>	41

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

La cancha deportiva pública de uso mixto, ubicada en la ciudadela Jaime Roldós en el cantón La Troncal de la provincia del Cañar, presenta deficiencias en su sistema de iluminación. Con el paso del tiempo y debido a la falta de mantenimiento, los reflectores existentes han sufrido daños, lo que ha reducido significativamente su capacidad lumínica. Esta situación impide que se realicen actividades deportivas y recreativas durante la noche de manera segura y eficiente.

Problema científico

¿Cómo mejorar la eficiencia energética y el nivel de iluminación de la cancha Jaime Roldós mediante la repotenciación del sistema eléctrico e implementación de un diseño lumínico adecuado?

Preguntas científicas o directrices

- ¿Qué tipo de luminarias garantizan una iluminación eficiente y conforme a la normativa vigente?
- ¿Qué diseño lumínico optimiza la cobertura de luz en la cancha?
- ¿Cuál es el impacto de la nueva iluminación en el uso nocturno de la cancha?

Objetivo general

Realizar la repotenciación eléctrica de la cancha Jaime Roldós ubicada en el cantón La Troncal mediante el uso de softwares, tomando en consideración las necesidades actuales para garantizar un nivel de iluminación adecuado.

Objetivos específicos

- Diseñar el sistema de iluminación exterior de la cancha del estadio Jaime Roldós, aplicando los criterios normativos vigentes NEC para garantizar niveles adecuados de iluminancia, uniformidad y confort visual.
- Realizar cálculos eléctricos y de iluminación para diseñar luminarias, conductores, garantizando la eficiencia energética y el cumplimiento de los factores de seguridad.
- Implementar la instalación de iluminación en el área deportiva mediante la correcta disposición de postes, luminarias y conductos, optimizando la cobertura del área y minimizando las pérdidas eléctricas.
- Evaluar y verificar el rendimiento del sistema de iluminación instalado mediante mediciones de iluminancia y pruebas eléctricas, comparando los resultados con los valores normativos para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad.

Justificación.

La cancha Jaime Roldós constituye un espacio comunitario fundamental para la práctica deportiva y la recreación de personas de todas las edades. Actualmente, la falta de una iluminación adecuada limita su uso durante la noche, afectando negativamente a la comunidad. Este proyecto busca implementar un sistema lumínico eficiente, que cumpla con las normativas técnicas vigentes y mejorar las condiciones de uso nocturno del espacio. La intervención no solo promoverá actividades físicas y recreativas, sino que también aumentará la seguridad del entorno, fomentando la convivencia comunitaria.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El estudio evaluó la iluminación en siete parques del centro urbano de Cuenca: San Blas, Calderón, San Sebastián, Víctor J. Cuesta, María Auxiliadora, Las Américas y Luis Cordero, identificando deficiencias causadas por la falta de mantenimiento y actualización, lo que afecta la seguridad y el confort visual nocturno. A través del software DIALux Evo 9.0 y un luxómetro TM-204, se realizaron mediciones y simulaciones de iluminancia, comparando los resultados con la normativa internacional CIE 140-2000 y la normativa ecuatoriana ARCERNNR 2020. Como solución, se propuso la implementación de luminarias LED para mejorar la calidad de la iluminación y reducir el consumo energético, en concordancia con la Ley Orgánica de Eficiencia Energética del Ecuador. Un análisis técnico económico que, aunque la inversión inicial es alta, los beneficios en seguridad y eficiencia energética justifican la repotenciación de los sistemas de iluminación en estos espacios públicos (Aucay Lavay & Criollo Criollo, 2022).

El estudio evalúa la viabilidad de la reforma y repotenciación del parque eólico "Les Calobres" en El Perelló, Tarragona, a través de la instalación de aerogeneradores más potentes. Se analiza el recurso eólico y su aprovechamiento mediante un modelo estadístico, identificando las ubicaciones actuales de los aerogeneradores y justificando la necesidad de su reemplazo. Para determinar las áreas con mayor potencial eólico, se comparan datos de viento y producción con fuentes externas, seleccionando nuevos aerogeneradores y calculando la producción neta y el factor de carga de cada opción. Se elabora un presupuesto para la instalación y se evalúa la viabilidad económica y financiera

del proyecto. Finalmente, se realiza un Estudio de Impacto Ambiental que incluye matrices de impacto y planos de distribución del parque (Jiménez Altaver, 2021).

El estudio propone un método para determinar si el Parque Central Abdón Calderón, ubicado en la ciudad de Cuenca, Ecuador, sufre de contaminación lumínica, teniendo en cuenta su rol como atractivo turístico y centro de movilidad urbana. Para realizar la evaluación, se efectuó un análisis de luminancia con el fin de medir los niveles de iluminación generados por las luminarias del público alumbrado tanto en los alrededores como en el interior del parque. Se utilizó la metodología europea de los nueve puntos, conforme a la norma INEN 049 de Ecuador y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público de Colombia (RETILAP), para medir la luminancia sobre la superficie horizontal. Esta técnica facilita el cálculo de la luminancia promedio y la uniformidad de la calzada, permitiendo comparar los resultados con las directrices de las normativas internacionales y locales. El estudio explica la aplicación del método, examina los resultados obtenidos y propone recomendaciones para investigaciones futuras, con el objetivo de confirmar o refutar la hipótesis sobre la existencia de contaminación lumínica en el parque (Rivera Romero & Bernal Vidal, 2022).

Según el proyecto titulado "Mejoramiento urbano de la plaza central y entorno inmediato de La Esperanza, Quetzaltenango" se enfoca en la revitalización del parque central y sus alrededores, abordando problemas de seguridad, movilidad y uso del espacio público. Proponer la creación de una plaza pública, la mejora de la infraestructura vial, la instalación de mobiliario urbano y vegetación, y la implementación de un diseño urbano que fomente la interacción social y cultural tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, además de generar un espacio que potencie la identidad local (Pérez Orozco, 2021).

En el trabajo titulado "desarrollo de la red eléctrica de media y baja tensión y del alumbrado público para el centro deportivo de la parroquia El Dorado, en el cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana", Bonilla Altamirano concretó el diseño completo del sistema eléctrico del polideportivo. Esto incluyó las redes de medios y baja tensión y la iluminación, tanto la ornamental como la pública. Para llevarlo a cabo, se cumplieron las normas vigentes de la Empresa Eléctrica Quito, empleando herramientas como AutoCAD para la creación de los planos, Dialux para simular la iluminación y Excel para cálculos eléctricos como los análisis de carga y las caídas de tensión. El diseño cubrió aspectos técnicos y regulatorios, usando las normas UNE 12. 193 e ITC-EA-02 como guía para garantizar niveles correctos de luz en zonas deportivas y áreas públicas. El resultado fue una propuesta técnica integral que garantiza el correcto funcionamiento eléctrico del polideportivo, cuida la seguridad de las personas y apoya el desarrollo económico local fomentando el turismo en la parroquia El Dorado (Bonilla Altamirano, 2022).

1.2. Introducción al Sistema Eléctrico en Infraestructura Deportiva

La repotenciación de sistemas eléctricos e iluminación en espacios deportivos, como una cancha de indor (fútbol indoor), es fundamental para garantizar la eficiencia energética y el cumplimiento con normativas técnicas (Ministerio de Energía y Minas, 2023; ARCONEL, 2022). Además, la confiabilidad del sistema eléctrico está directamente relacionada con la seguridad de los usuarios y la continuidad operativa de las instalaciones. En el contexto ecuatoriano, muchas canchas comunitarias, especialmente en cantones y parroquias rurales, operan con sistemas eléctricos limitados o deteriorados, lo cual impide un uso adecuado de las instalaciones, especialmente en horarios nocturnos (Vera & Jaramillo, 2022). Este proyecto busca optimizar el suministro eléctrico y la calidad lumínica mediante tecnologías modernas y sostenibles.

1.3. Canchas de Indor Fútbol en el Contexto Cantonal del Ecuador

El indor es uno de los deportes más practicados en el Ecuador, especialmente en contextos urbanos y cantonales. Las canchas públicas o comunitarias permiten el acceso gratuito o de bajo costo a actividades recreativas y competitivas (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022). Estas canchas suelen ser administradas por los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) municipales o parroquiales, quienes también se encargan de su mantenimiento y mejoras (Ministerio del Deporte, 2021). Sin embargo, muchas de estas infraestructuras fueron construidas sin considerar criterios actuales de eficiencia energética o seguridad eléctrica, lo cual motiva la necesidad de procesos de repotenciación (Vallejo et al., 2024).

1.4. Repotenciación del Sistema Eléctrico

La repotenciación de un sistema eléctrico consiste en la mejora o ampliación de la infraestructura existente para garantizar que cumpla con las demandas energéticas actuales, brinde mayor eficiencia y cumpla con normativas de seguridad (ARCONEL, 2024). Entre los componentes esenciales de un sistema eléctrico se incluyen:

- Alimentación principal: mediante red pública, generadores o sistemas híbridos.
- Tableros de distribución: con interruptores termomagnéticos y diferenciales para protección y control.
- Cableado y conductores: seleccionados según capacidad de corriente y normas internacionales IEC (ARCONEL, 2024).
- Sistemas de puesta a tierra: para protección contra descargas eléctricas.

Los elementos comunes en una repotenciación son:

- Sustitución de conductores obsoletos
- Cambio o ampliación de tableros

- Instalación de nuevos sistemas de protección
- Readecuación de puestas a tierra
- Rediseño de iluminación con tecnología más eficiente

En el contexto de canchas de indor, esta repotenciación no solo implica mejoras técnicas, sino también contribuye al bienestar social, la seguridad ciudadana y el desarrollo comunitario (CNEL EP, 2023).

1.5. Iluminación Deportiva

La iluminación adecuada es crucial para la práctica del deporte, sobre todo en actividades nocturnas o bajo techo, ya que mejora el rendimiento de los jugadores, reduce el riesgo de accidentes y permite eventos recreativos o competitivos de calidad (Lumi Team, 2024).

1.5.1 Requerimientos de iluminación para canchas de indor

Según la norma IEC 12193 (EN 12193:2018/2024) según la norma establezca los niveles mínimos recomendados de iluminación, uniformidad y calidad de la luz para diferentes deportes, ya sean de carácter recreativo, de entrenamiento o competitivo. En recintos deportivos cubiertos, tal como el contemplado en este plan, esta normativa ofrece pautas técnicas fundamentales para medir los niveles de lux, el índice de reproducción cromática (IRC), la regulación del deslumbramiento y la uniformidad de la luz, posibilitando de esta manera un diseño eficaz del sistema de iluminación artificial, incluso para eventos de televisión, se recomienda:

Tabla 1.

Niveles de iluminación recomendadas para canchas de indor según IEC 12193

Nivel de actividad	Iluminación horizontal(lux)
200–300 lux	Para entrenamientos y recreación.
500 lux o mas	Para competencias oficiales o transmisión por TV.

Nota. Realizado por los autores.

Tabla 2.

Parámetros complementarios para iluminación deportiva según IEC 12193

Parámetro	Recomendación técnica
Uniformidad	Relación iluminación mínima-media horizontal ≥ 0.5 –0.7, y para transmisión ≥ 0.8 tv
CRI	Índice de reproducción cromática ≥ 70
Temperatura de color	Entre 4000 K y 6500 K
Deslumbramiento	Minimizar para evitar molestias visuales

Nota. Tomado de (IEC, 2024)

1.5.2. Normativas ecuatorianas aplicables

La regulación más reciente es la Regulación Nro. ARCERNNR-007/23 de ARCONEL (2023), que define estándares para el alumbrado público, incluidos escenarios deportivos, con parámetros de iluminación, uniformidad y protección lumínica

1.5.3. La regulación NRO. ARCERNNR-007/23

De acuerdo con esta regulación, todas las instalaciones deportivas (tanto abiertas como cerradas) deben tener un diseño fotométrico aprobado por la distribuidora, utilizar equipos estandarizados y distinguir las cargas de iluminación deportiva de otras cargas eléctricas (ARCERNNR,2023).

1.6. Tecnología LED

El uso de luminarias LED ha revolucionado los sistemas de iluminación por su alta eficiencia energética, durabilidad y bajo mantenimiento. A diferencia de las lámparas halógenas o de descarga, las luminarias LED generan menor calor, consumen hasta un 75 % menos energía y ofrecen una vida útil de entre 50 000 y 100 000 horas (Signify, 2019; SportsVenue Calculator, 2024).

En canchas de indor, presentan ventajas específicas como:

- Mayor rendimiento lumínico por vatio consumido
- Encendido instantáneo sin tiempos de calentamiento
- Menor mantenimiento y alta resistencia a vibraciones
- Además de la posibilidad de integración con sensores y sistemas de control inteligente.

Para el diseño adecuado del sistema de iluminación se emplean softwares especializados como:

- DIALux y Relux, que permiten calcular el número y tipo de luminarias, la altura de montaje y los ángulos de apertura

Además, es importante considerar los factores de reflexión, recomendando superficies con colores claros en paredes y pisos para optimizar la reflectancia de la luz.

1.6.1. Reflectores LED

Los reflectores LED son dispositivos de iluminación de alta potencia que utilizan tecnología LED (diodo emisor de luz) para proyectar luz de forma amplia e intensa sobre áreas grandes, como canchas deportivas, parques, patios, fachadas o áreas industriales. Son una evolución eficiente de los reflectores tradicionales de haluro metálico o sodio. (Philips Lighting, 2019).

1.7. Seguridad Eléctrica en Instalaciones Deportivas

La seguridad eléctrica es fundamental, especialmente en espacios de uso público, ya que una instalación deficiente puede poner en riesgo la vida de los usuarios y dañar equipos costosos. Las repotenciaciones deben incluir:

- Sistemas de puesta a tierra funcionales
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos
- Separación entre circuitos de fuerza y alumbrado
- Señalización, así como protección física de cableados visibles (ARCONEL, 2024).

Es esencial incorporar fusibles, breakers y supresores de picos, y desarrollar un plan de mantenimiento preventivo incluyendo limpieza de luminarias y revisión de conexiones para minimizar fallos.

Además, los materiales utilizados deben estar certificados y la instalación debe ser realizada por personal calificado, conforme a la normativa técnica vigente (ARCONEL, 2024).

1.8. Eficiencia Energética y Sostenibilidad

El diseño moderno de infraestructuras públicas prioriza el uso eficiente de los recursos. Las repotenciaciones eléctricas que integran tecnología LED, automatización de encendido y fuentes renovables como paneles solares no solo reducen costos operativos, sino que también minimizan el impacto ambiental (ARCONEL, 2024).

Estas prácticas están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el:

- ODS 7 (energía asequible y no contaminante)
- ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles)
- ODS 13 (acción por el clima) (ONU Ecuador, 2025)

Además, la eficiencia energética en infraestructuras municipales reduce el gasto público, lo que permite reinvertir recursos en áreas comunitarias prioritarias (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

1.9. Instalación eléctrica

Una instalación eléctrica es un sistema estructurado de componentes eléctricos interconectados, como conductores, conductos, dispositivos de protección (interruptores automáticos, interruptores diferenciales, fusibles), elementos de conmutación, tomas de corriente, tableros de distribución y equipos terminales, diseñado para garantizar la distribución y el uso seguro y eficiente de la energía eléctrica. Su diseño, ejecución y operación deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN), así como con la normativa vigente emitida por la Agencia de Regulación y Control de la Energía y los Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), garantizando el cumplimiento de los parámetros técnicos, de seguridad y legales. (ARCERNNR, 2023; INEN, 2022)

1.9.1. Elementos de una instalación eléctrica

Una instalación eléctrica está compuesta por diversos elementos que garantizan su funcionamiento seguro y eficiente como:

1.9.1.1. Interruptor termomagnético

Un interruptor termomagnético es un dispositivo de protección que combina dos mecanismos: uno térmico, basado en una lámina bimetálica que responde al sobrecalentamiento provocado por sobrecargas prolongadas, y otro magnético, que actúa instantáneamente ante corrientes de cortocircuito. Su función principal es interrumpir el flujo de corriente eléctrica cuando se superan los valores seguros establecidos para una instalación, evitando así daños a equipos, instalaciones y personas (Siemens, 2023).

Figura 1.

Interruptor termomagnético



Nota. Tomado de (Promelsa, 2024).

1.9.1.2. Conductor eléctrico

Un conductor eléctrico es un material que permite el paso de la corriente con baja resistencia y, en instalaciones de baja tensión, se utilizan principalmente cobre y aluminio debido a su alta conductividad los cables están compuestos por uno o más conductores hilos o alambres recubiertos por un material aislante, lo cual impide el contacto directo y protege contra cortocircuitos o fugas (IEC, 2023).

La Tabla 3 muestra los dos tipos básicos de conductores utilizados en instalaciones

Tabla 3.

Tipos de conductores eléctricos y su aplicación

Tipo	Descripción	Uso Común
Alambre sólido	Un solo hilo de cobre o aluminio	Instalaciones fijas y cortas
Cable flexible	Varios hilos delgados trenzados	Instalaciones móviles o curvas

Nota. Realizado por los autores.

La Tabla 4 compara las ventajas y desventajas del cobre y del aluminio:

Tabla 4.

Comparación de materiales conductores

Material	Ventajas	Desventajas
Cobre	Alta conductividad, durable	Más costoso
Aluminio	Liviano, más barato	Mayor caída de tensión

Nota. Tomado de (MIDUVI, 2023).

La Tabla 5 muestra los aislamientos más comunes como PVC, THHN, XLPE y TW, con sus propiedades técnicas y uso recomendados:

Tabla 5.

Tipos de aislamientos para conductores eléctricos

Aislamiento	Material	Uso y propiedades
PVC	Cloruro de polivinilo	Económico, resistente a la humedad
THHN	Termoplástico resistente al calor y aceite	Uso residencial e industrial, flexible
XLPE	Polietileno reticulado	Alta temperatura, ideal en exteriores o enterrado
TW	PVC sin cubierta adicional	Uso interno, más económico

Nota. Tomado de (INEN, 2022).

La Tabla 6 muestra la capacidad de corriente de conductores según su calibre:

Tabla 6.

Capacidad de corriente (A) de conductores eléctricos según su calibre y aislamiento

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Nota. Tomado de (Mas Voltaje, 2024)

1.9.1.3. Canalización y soporte

En una instalación eléctrica, los componentes de canalización y soporte son esenciales, pues brindan protección a los conductores, orientan su trayectoria y simplifican su mantenimiento. Su elección está condicionada por el tipo de instalación, el entorno y las regulaciones. La Norma Ecuatoriana de la Construcción Sección Servicios Básicos e Instalaciones Eléctricas dicta que las canalizaciones deben estar correctamente alineadas, libres de rebabas y seguras, preservando la separación de otras redes (MIDUVI, 2023). Igualmente, las regulaciones INEN 2055-1 e INEN 2056 establecen las propiedades de los tubos metálicos o plásticos, calculando en su resistencia mecánica y las condiciones de utilización (INEN, 2023).

Tabla 7.

Tipos de canalización eléctrica y su aplicación común

Tipo	Material	Uso común
PVC	Plástico rígido	Instalaciones embutidas en interiores o muros
EMT	Acero galvanizado delgado	Instalaciones aparentes en interiores
IMC	Acero galvanizado grueso	Ambientes exteriores o industriales
PVC SCH 40 o 80	Cloruro de polivinilo rígido	Instalaciones enterradas o expuestas a humedad

Fuente. Realizado por los autores.

1.9.1.4. Sistema de puesto a tierra

Para resguardar las redes eléctricas, es vital contar con un sistema de puesta a tierra, pues este permite que las descargas, ya sean por fallas o por rayos, se canalicen de forma segura hacia el suelo, protegiendo así a individuos y aparatos. Dicho sistema incluye componentes como varillas, retículas o electrodos enterrados, barras de unión, cables de cobre o acero recubiertos, y conexiones que nivelan tensiones, todos sujetos a normas técnicas rigurosas. En Ecuador, su aplicación debe apegarse a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2216:2022, que toma como base la norma global IEC 62561-2 para los elementos de este sistema de conexión a tierra. A su vez, el diseño debe contemplar lo estipulado en la Norma Eléctrica Ecuatoriana NEC, sobre todo en lo referente a los tipos de conexión a tierra y el tope de resistencia admitido. Además, la norma IEC 60364-5-54 expone requisitos técnicos para elegir e instalar los dispositivos de puesta a tierra en sistemas de bajo voltaje (INEN, 2022).

1.9.2. Temporizadores

Permiten programar el encendido y apagado automático de los reflectores en horarios definidos. Existen modelos analógicos, digitales y astronómicos que se ajustan a la salida y puesta del sol. El uso de temporizadores permite mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo innecesario en instalaciones deportivas comunitarias. (NFPA, 2020, sección 430)

1.9.2.1. Contactores

Son interruptores electromecánicos que permiten controlar cargas de gran potencia como bancos de reflectores, activados a través de señales de bajo voltaje. Son esenciales para aislar y proteger los reflectores de encendidos manuales directos. Los contactores son

apropiados para maniobras frecuentes en circuitos de iluminación, especialmente en instalaciones que requieren automatización o control remoto (IEC, 2023).

1.9.3. Pozo de concreto

Una cámara de hormigón es un proyecto de ingeniería civil que facilita la inspección, revisión y mantenimiento de conexiones eléctricas o conexiones de tierra, especialmente en lugares públicos o áreas deportivas. Esta estructura puede ser edificada ya prefabricada o directamente en el lugar utilizando bloques o refuerzos concretos, siempre y cuando se asegure su robustez estructural, un acceso seguro y la resistencia al clima. Su diseño tiene que permitir el acceso al sistema de conexión sin poner en riesgo la seguridad del equipo técnico o el rendimiento del sistema eléctrico. (MIDUVI, 2023).

1.9.4. Tablero eléctrico

El tablero eléctrico, conocido también como panel de distribución, es la pieza clave en toda instalación eléctrica de baja tensión. Su trabajo esencial radica en captar la energía proveniente del suministro principal, repartirla entre los diferentes circuitos y contener los dispositivos de seguridad, tales como interruptores automáticos, fusibles y diferenciales. Según lo establece la Norma INEN 2266:2020, este tablero debe incorporar una barra de conexión para cada uno de los conductores (fase, neutro y tierra), una identificación clara de los circuitos, y cumplir con requisitos de seguridad, como la protección contra contactos accidentales, un acceso sencillo y una resistencia mecánica adecuada (INEN, 2020).

Asimismo, la NEC-SBIE señala que el tablero debe ubicarse en un lugar visible, de fácil acceso y lejos de zonas húmedas, asegurando una correcta identificación de los circuitos, la continuidad de la conexión a tierra y una ventilación interna apropiada. La elección de estos tableros debe realizarse en función de la carga anticipada y del tipo de

instalación (monofásica o trifásica), siempre considerando las regulaciones nacionales e internacionales que sean aplicables (MIDUVI, 2023).

1.10. Software

La utilización de instrumentos digitales en el diseño eléctrico es esencial para asegurar exactitud, eficacia y cumplimiento de las regulaciones. La Norma Ecuatoriana de la Construcción Servicios Básicos e Instalaciones Eléctricas NEC admite la utilización de programas especializados siempre que sus resultados estén evaluados por cálculos normativos e informes exportables. A continuación, se detallan dos instrumentos frecuentemente empleados:

1.10.1. Dialux

DIALux Evo es un programa de uso gratuito empleado para el diseño, simulación y estimación de sistemas de iluminación tanto interiores como exteriores. Facilita la modelación de espacios en 2D y 3D, la elección de lámparas auténticas a partir de catálogos de productores, la realización de simulaciones fotométricas y la generación de informes con grados de iluminancia, uniformidad, reparto de luz y eficiencia energética (ARCERNNR, 2023).

DIALux tiene una amplia aceptación de normativas internacionales como la IEC 60598 y locales como la ARCERNNR 007/23, en lo concerniente al diseño eficaz de iluminación.

- ARCERNNR 007/23: Esta norma define los estándares técnicos y administrativos que los proyectos de generación eléctrica distribuida, uso propio, iluminación eficiente y calidad del servicio que deben seguir.

- IEC 60598: Esta regulación define los parámetros técnicos y administrativos que deben seguir los proyectos eléctricos de generación distribuida, consumo propio, iluminación eficiente y la calidad del servicio actúa como fundamento para el diseño fotométrico en aplicaciones como DIALux.

1.10.2. AutoCAD

AutoCAD Electrical es un programa que facilita la creación de planos eléctricos de forma detallada, diagramas unifilares, sistemas de distribución y conexiones eléctricas se utiliza principalmente en proyectos de ingeniería eléctrica debido a su exactitud en la representación de simbología normalizada como la IEC o ANSI, la automatización de esquemas y su conformidad con las regulaciones de instalación. Además, simplifica la documentación técnica requerida por las entidades reguladoras y empresas eléctricas (MIDUVI, 2023).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO

2.1. Tipo de investigación

El estudio que se presenta es de tipo aplicada, pues tiene como objetivo solucionar un problema auténtico identificado en la comunidad: la falta de eficacia en el sistema de iluminación y la distribución eléctrica del campo de juego Jaime Roldós. Su meta es proporcionar una solución técnica concreta que mejore la energía, la protección y la operatividad del área a través de una reestructuración de la instalación eléctrica.

En cuanto al método, es una investigación descriptiva, pues permite el examen de la condición actual del sistema eléctrico, la identificación de sus componentes, las circunstancias en las que funciona y las deficiencias presentes, para posteriormente detallar la propuesta de mejora técnica conforme a las regulaciones vigentes. Este tipo de estudio permite una comprensión detallada del fenómeno en cuestión y proporciona recomendaciones técnicas prácticas fundamentadas en un análisis.

El método utilizado es de observación directa, que implica la recolección de información técnica en el lugar, que abarca mediciones de la luz, estudio de las condiciones físicas de los componentes eléctricos y recopilación de datos ambientales. Esta información se complementa con simulaciones y cálculos que simplifican la formulación de una práctica alternativa, segura y en consonancia con lo establecido por la normativa vigente.

2.2. Diseño de investigación

Durante este estudio se adopta un diseño exploratorio descriptivo, que facilita el entendimiento del estado presente del sistema eléctrico, detallar sus carencias y sugerir mejoras técnicas. Mediante la utilización de programas especializados y la normativa vigente, se modela una solución eficaz, segura y sustentable.

2.3. Estado actual de la cancha

Observamos que la cancha contaba con 4 reflectores de halógeno de 460w, estos focos a más de la antigüedad con la que cuentan 2 de ellos no se encontraban funcionando, dejando a la cancha parcialmente oscura. También observamos que debido a la baja luminosidad no permite que los moradores puedan ocuparla con tranquilidad, ya que podría resultar peligroso, tanto dentro del juego como en sus alrededores a los espectadores. Es una cancha que se encuentra parcialmente abandonada, se observa desgaste tanto en la fachada de pintura que tiene, como en los mismos reflectores ya que no se han intervenido en su reparación como se muestra en el Figura 2 y 3.

Figura 2.

Estado actual de la cancha



Fuente: Realizado por los autores

Figura 3.

Estado actual de la cancha



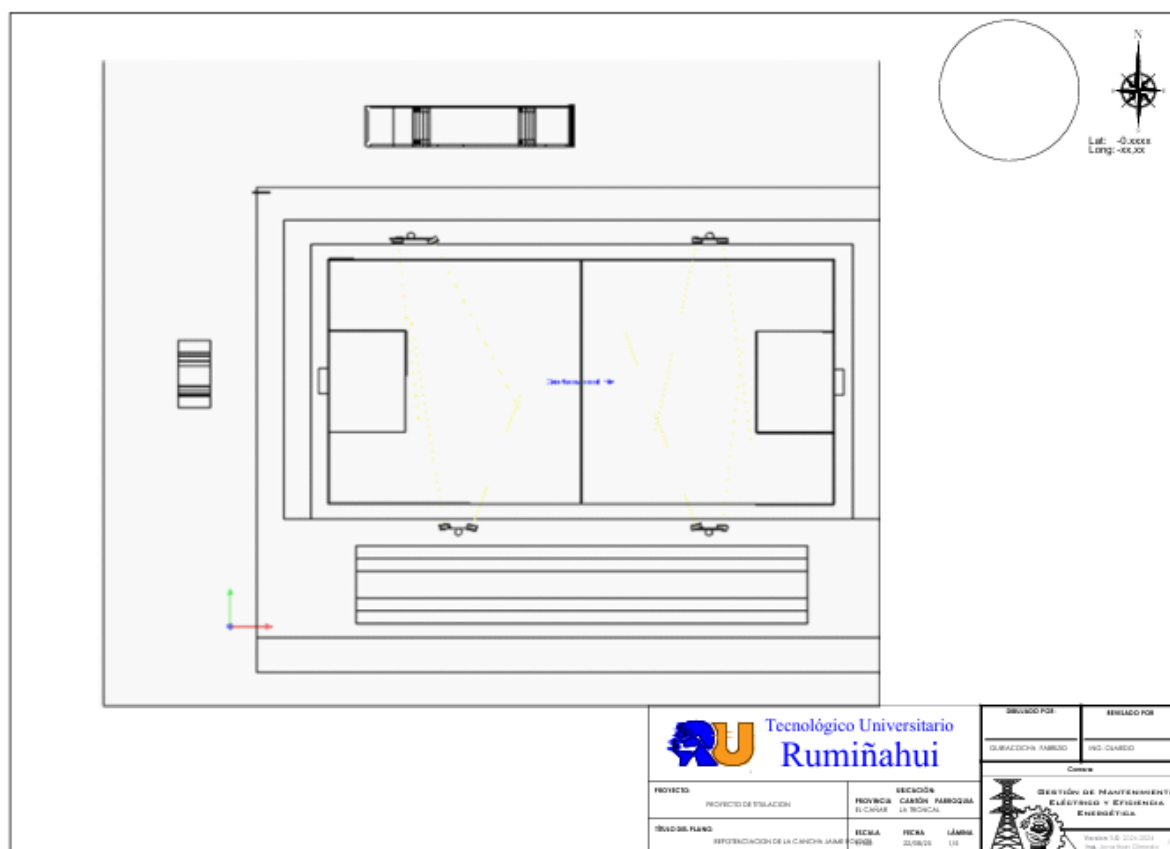
Fuente: Realizado por los autores

2.4. Diseño

Comenzará con el análisis sobre el estado actual de la cancha, se va utilizar el software Dialux mediante el cual se diseñará el estudio de las lámparas requeridas en cada área de la cancha, y mediante el software de AutoCAD se implementará un plano eléctrico de la nueva instalación eléctrica en la cancha en las cuales se implementará las mejoras en el sistema eléctrico de la cancha

Figura 4.

Diseño de la cancha en DIALux



Fuente: Elaborado por los Autores

2.5. Diseño lumínico

En la siguiente Figura 5 se muestra el diseño lumínico de la cancha en el DIALux

Figura 5.

Simulación en el Dialux del diseño lumínico de la cancha



Fuente: Elaborado por los Autores

2.6. Lámpara utilizada para nuestra simulación

Lámpara LEDEX

La lámpara LEDEX HORUS III es una alternativa altamente eficiente para aplicaciones de iluminación de grandes áreas que requieren altos niveles de brillo y bajo consumo energético. Sus características técnicas garantizan un rendimiento fiable, una reproducción cromática óptima y una larga vida útil.

Características:

Tabla 8.

Características de la Lampara Ledex

Ítem	Código	Potencia	Voltaje de entrada	Temp. Color	Lúmenes	Factor de potencia
PROYECTOR LED HORUS III	L76064	240 W	100 – 277 V	5700 K	>33 600 lm	FP > 0.9

Fuente: Elaborado por los Autores

Figura 6.

Lampara Ledex



Fuente: Tomada por los Autores

2.7. Simulación

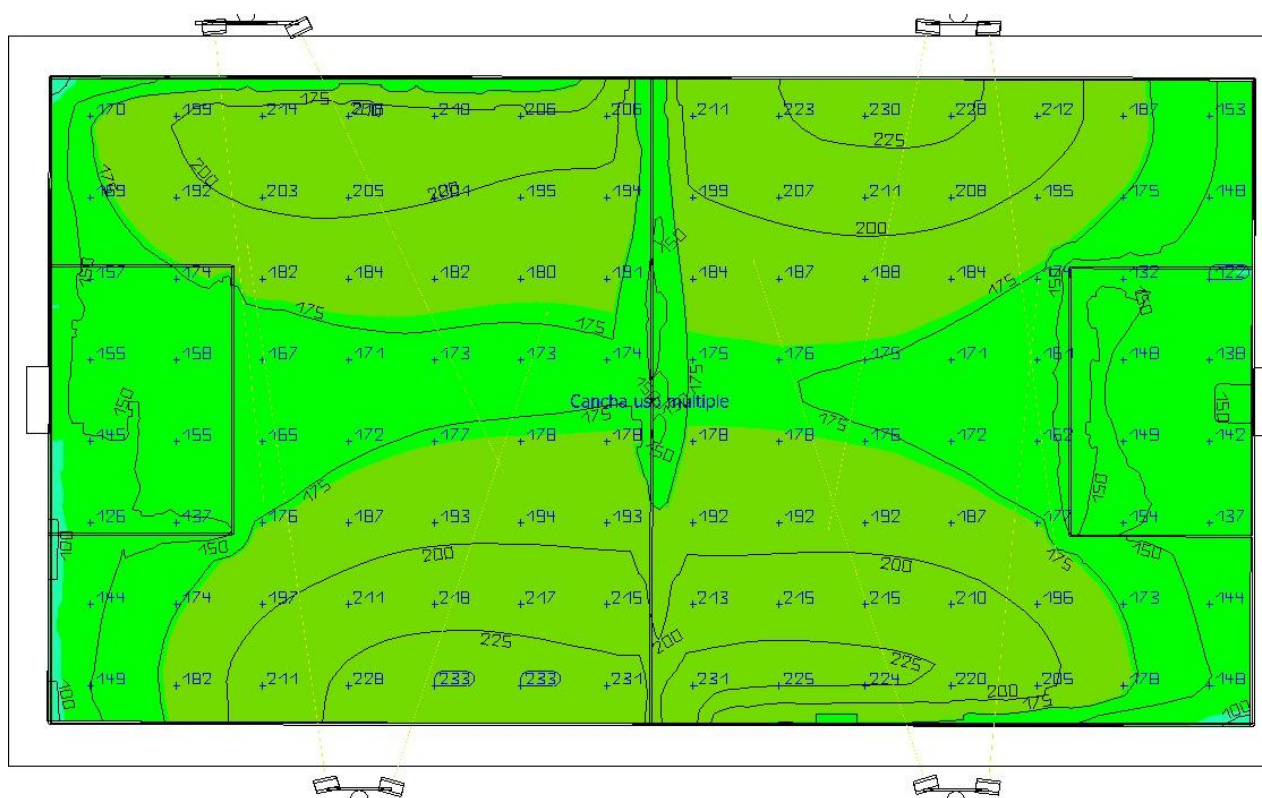
Para el presente proyecto se realizó la simulación para el funcionamiento correcto del sistema eléctrico en Dialux. Ya que el diseño consiste en la planificación y desarrollo de los esquemas eléctricos que se cumple con los requisitos técnicos y normativa de seguridad. La simulación permite validar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones operativas, optimizando su rendimiento y anticipando posibles fallas.

2.7.1. Sistema de iluminación

Para el Diseño del Sistema de Iluminación se utilizó un software DIALux para poder simularla correcta iluminación de la cancha Jaime Roldós se ha realizado la utilización del software AutoCAD en el cual se diseñó el plano arquitectónico y eléctrico ya que con el software DIALux nos permite obtener reales aproximados debido a que cuenta con varias alternativas al momento de realizar una simulación, nos muestra un cálculo de cuantos luminarias deben ser instaladas y su ubicación dependiendo de los factores que rodean al entorno de las instalaciones.

Figura 7.

Simulación del sistema de iluminación en DIALux



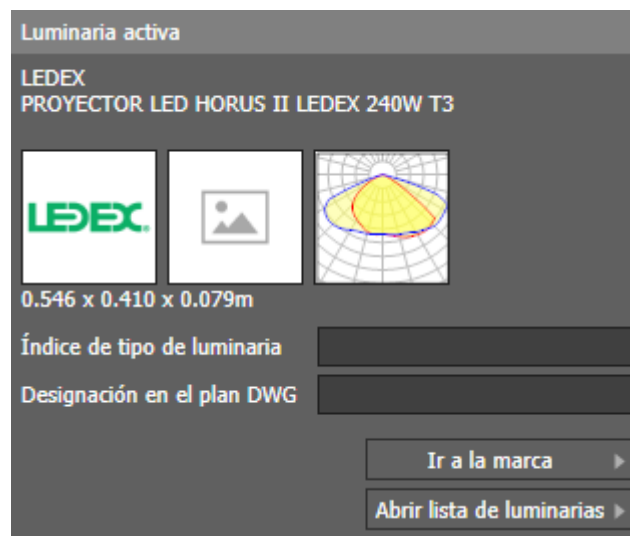
Nota. Simulación software DIALux para el reemplazo de las de la iluminación de la cancha Jaime Roldós nos basamos en la normativa europea

Fuente: Realizado por los Autores

En la Figura 7 se observa la simulación lumínica en DIALux para la cancha Jaime Roldós, donde se muestra la distribución de iluminancia en lux mediante isolíneas y valores numéricos. La disposición de los proyectores LED asegura una iluminación uniforme conforme a la normativa europea.

Figura 8.

Luminaria utilizada en DIALux

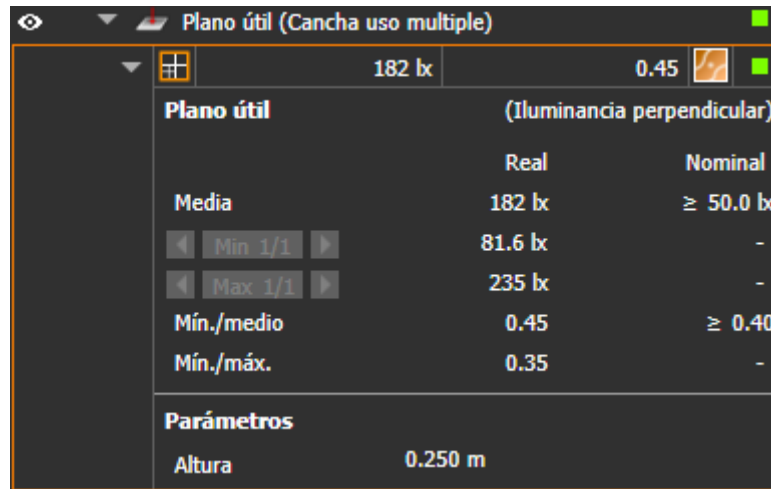


Fuente: Elaborada por los Autores

En la Figura 8 presenta las características de la luminaria activa utilizada en la simulación: el Proyector LED HORUS II LEDEX de 240 W, junto con sus dimensiones físicas ($0.546 \times 0.410 \times 0.079$ m). Además, se observa su diagrama fotométrico, el cual indica el comportamiento y distribución de la luz emitida.

Figura 9.

Resultados obtenidos a través de la simulación



Plano útil (Cancha uso multiple)		
	182 lx	0.45
Plano útil (Iluminancia perpendicular)		
	Real	Nominal
Media	182 lx	≥ 50.0 lx
Min 1/1	81.6 lx	-
Max 1/1	235 lx	-
Mín./medio	0.45	≥ 0.40
Mín./máx.	0.35	-
Parámetros		
Altura	0.250 m	

Fuente: Elaborada por los Autores

Los niveles de iluminación recomendados para la práctica deportiva en ambientes abiertos y cerrados de acuerdo a la norma europea: en 12193

- CLASE I- Competencia al más alto nivel. Grandes estadios con muchos espectadores.
- CLASE II- Competencia de nivel medio. Estadios regionales para varios espectadores promedio.
- CLASE III- Competencia de bajo nivel. Pocos espectadores y recreación.

De esta manera, se garantiza el cumplimiento de la normativa establecida para los niveles de iluminación en canchas de indor fútbol de uso general en exteriores, correspondiente a la Clase III. Incluso, los valores obtenidos superan los requerimientos mínimos establecidos para esta clase, acercándose a los parámetros definidos para la Clase II.

2.8. Cálculos

Los cálculos son un avance fundamental para el funcionamiento correcto del sistema eléctrico aseguran la elección correcta de los conductores, protecciones, caídas de tensión y capacidad de carga.

2.8.1. Cálculos para el conductor del cable

Para poder saber el conductor a ocupar en nuestra instalación debemos cumplir ciertos parámetros y conocer ciertas características a continuación se realizará paso a paso el cálculo del conductor.

Calculamos la potencia total de las luminarias (W)

Cada lampara led es de 240w, tenemos 8 lámparas, $8 * 240 = 1920w$

$$Pt = Nlamp * Pu \quad (1)$$

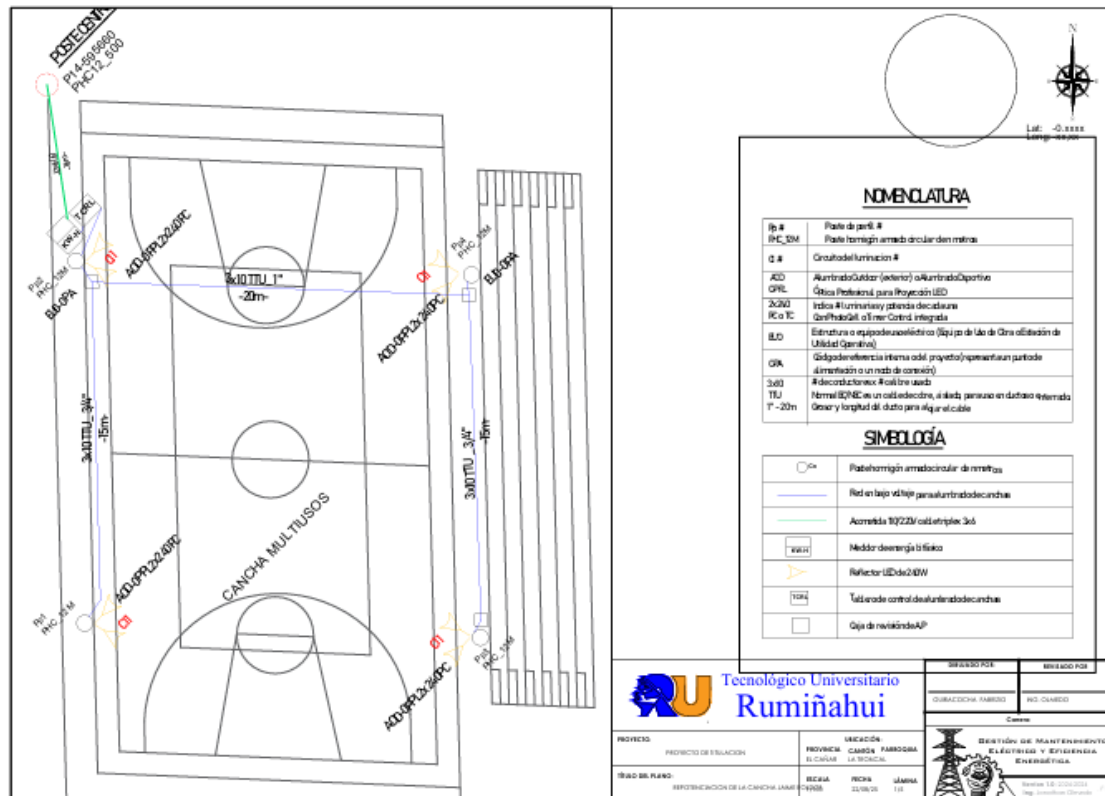
Tensión de Operación (V): 220V

Factor de potencia (FP): 0.9

Longitud del Circuito (L): el tramo más largo es de 20m de ancho + 15m de poste a poste lateral + 12m de alto del poste: 47 metros como se muestra en la figura 5.

Figura 10.

Simulación en AutoCAD del levantamiento para medir la longitud del circuito



Fuente: Elaborado por los Autores

Nota. El presente plano se muestra mejor en la parte de ANEXOS A

Cálculo de la corriente total del circuito:

$$Intensidad = \frac{Pt}{V \cdot Fp} \quad (2)$$

Donde:

I= intensidad

Pt= potencia total

V=voltaje

Fp= factor de potencia

$$\frac{1920}{220*0.9} \approx 10 \text{ A.}$$

Protección: El dispositivo de protección (termomagnético) debe ser del 125% de la corriente nominal.

$$\text{Protector} = I * 1.25 = 10 * 1.25 = 12.5 \text{ A} \quad (3)$$

El calibre seleccionado debe soportar esta corriente.

Caída de Tensión: por normativa IEC 60364-5-52, no debe ser superior al 4% V

Tomamos el 3% (220) = 6.6V

Proseguimos al cálculo de la sección del conductor:

$$S = \rho \left[\frac{2 * l * I_p}{\%V} \right] \quad (4)$$

Donde:

S= sección del conductor (mm^2)

ρ = resistividad del cobre ($\Omega \cdot m$)

l= longitud del tramo

I_p = Intensidad de protección

%V= porcentaje de caída tensión admisible

$$S = 0.01768 \left[\frac{2 * 47 * 12.5}{6.6} \right] \quad (4)$$

$$S = 0.01768 (178.03) = 3.1475 \text{ mm}^2 \quad (4)$$

Verificamos la sección obtenida en nuestra Tabla 8 para saber que calibre de conductor ocupar y no obtener una caída de tensión superior al 3%

$$S=3.1475 \text{ mm}^2 \quad (4)$$

Al revisar la Tabla 8 y al no encontrar dicha sección usamos una aproximada

La sección 3.31 mm^2 pertenece al cable de calibre #12.

Tabla 9.

Capacidad de conducción

Conductor					Espesor de aislamiento	Espesor chaqueta poliamida	Diámetro exterior aprox.	Peso total aprox.	Capacidad de conducción	
Calibre	#	Sección aprox.	Diámetro aprox.	Peso aprox.					*	**
AWG o mcm	Alambres	mm	mm	kg/km	mm	mm	mm	kg/kg	Amp	Amp
14	1	2.08	1.63	18.5	0.38	0.10	2.59	22.7	25	35
12	1	3.31	2.05	29.4	0.38	0.10	3.01	34.5	30	40
10	1	5.26	2.59	46.8	0.51	0.10	3.81	54.9	40	55
8	7	8.37	3.70	75.9	0.76	0.13	5.5	95.8	55	80
6	7	13.3	4.65	120.6	0.76	0.13	6.42	144.6	75	105
4	7	21.12	5.88	191.5	1.02	0.15	8.21	231.9	95	140
2	7	33.54	7.41	304.1	1.02	0.15	9.74	353.3	130	190
1/0	19	53.52	9.45	485.3	1.27	0.18	12.35	559.5	170	260
2/0	19	67.35	10.65	610.7	1.27	0.18	13.55	693.1	195	300
3/0	19	84.91	11.95	770.0	1.27	0.18	14.85	891.3	225	350
4/0	19	107.4	13.40	974.0	1.27	0.18	16.30	1072.2	260	405
250	37	126.4	14.55	1157.1	1.52	0.20	18.01	1287.2	290	455
350	37	177.3	17.23	1623.3	1.52	0.20	20.69	1774.8	350	570
500	37	252.9	20.65	2315.6	1.52	0.20	24.11	2494.6	430	700

Nota. Tomado de (PRYSMIAN,2024)

De acuerdo con lo establecido en la Norma NEC Ecuador, Capítulo 10 (basada en la NFPA 70), los conductores instalados en tuberías subterráneas, al encontrarse en un entorno clasificado como húmedo, deben ser del tipo aprobado para estas condiciones. En el contexto ecuatoriano, el cable tipo TTU, el cual está diseñado para ambientes

húmedos, se encuentra disponible en el mercado a partir del calibre # 8 AWG; por lo tanto, se empleará este tipo de conductor para la instalación.

Se recalcula la caída de tensión con el nuevo calibre seleccionado:

Calibre #8 = 8.37 mm^2

$$\%V = \left[\frac{\rho \cdot 2 \cdot l \cdot I_p}{S} \right] \quad (5)$$

Donde:

S= sección del conductor (mm^2)

ρ = resistividad del cobre ($\Omega \cdot \text{m}$)

l= longitud del tramo

I_p = Intensidad de protección

$\%V$ = porcentaje de caída tensión admisible

$$\%V = \left[\frac{0.01768 \cdot 2 \cdot 47 \cdot 12.5}{8.37} \right] \quad (5)$$

$$\%V = 2.48 \text{ V (5)}$$

De la tensión aplicada (220V) el valor obtenido, representa el 1,13%

CAPÍTULO III

DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO

3.1. Preparación del área de trabajo

Antes de iniciar los trabajos se realizó la planificación general de actividades, delimitando el perímetro de la cancha y adoptando las medidas de seguridad necesarias. Se colocó señalización preventiva, se utilizó equipo de protección personal y se procedió a desconectar el sistema eléctrico previo para evitar accidentes durante la manipulación de los componentes.

3.2. Retiro del sistema existente

El primer paso consistió en desmontar los reflectores halógenos de 460 W que aún permanecían instalados en la cancha, de los cuales la mitad ya no funcionaba. De igual forma, se retiraron cables y canalizaciones en mal estado, lo que permitió dejar el área lista para la instalación del nuevo sistema. Todo el material en desuso fue clasificado y gestionado conforme a buenas prácticas ambientales.

Figura 11.

Desmontaje de las lámparas de Halógeno



Fuente: Elaborado por los Autores

Figura 12.

Desmontaje de las lámparas de halógeno



Fuente: Elaborado por los Autores

3.3. Implementación del nuevo sistema eléctrico

La renovación eléctrica se ejecutó en varias fases:

Canalización subterránea: se revisó y se verificó el correcto funcionamiento de la tubería ya instalada además de las cajas de revisión que facilitan el mantenimiento.

Figura 13.

Revisión del correcto funcionamiento



Fuente: Elaborado por los Autores

Tendido de cables: se emplearon conductores TTU de calibre #8 AWG, adecuados para zonas húmedas según la normativa nacional.

Figura 14.

Implementación del cable a través de los pozos



Fuente: Realizada por los Autores

En la Figura 14 se observa la conexión de las lamparas atraves de los pozos

Figura 15.

Implantación del cable atravez de los pozos



Fuente: Realizado por los Autores

Tablero de distribución y control: se colocó un panel eléctrico con interruptores automáticos que brindan protección ante sobrecargas. Cuenta también con un contactor y un reloj timer semanal programable para el encendido automático de las luminarias

Figura 16.

Tablero Eléctrico implementado según los elementos mencionados



Fuente: Elaborado por los Autores

3.4. Montaje de postes y proyectores LED

Posteriormente, se reutilizaron los cuatro postes de concreto de 12 metros de altura, distribuidos de las esquinas a 2 metros de la cancha. En cada uno se colocaron dos reflectores LED modelo Horus III de 240 W, con alta eficiencia lumínica y resistencia a condiciones exteriores (IP65). Esta disposición asegura una cobertura uniforme sobre toda la superficie de juego.

Figura 17.

Implementación de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborada por los Autores

Figura 18.

Implementación de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborado por los Autores

Figura 19.

Implementación de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborada por los Autores

Figura 20.

Implementación de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborado por los Autores

En la Figura 17,18,19,20 se observa el montaje de las nuevas lámparas a los postes y como se les sube a los postes utilizando todas las medidas de seguridad

3.5. Pruebas y ajustes

Concluida la instalación, se realizaron pruebas de encendido y verificación de conexiones. Mediante un luxómetro se midieron los niveles de iluminación, registrándose valores que superaron los 200 lux de promedio, cumpliendo así con la Clase III de la norma IEC 12193 para canchas de uso recreativo y acercándose a los estándares de la Clase II. La uniformidad de la iluminación también se mantuvo en el rango aceptado.

En la Tabla 10 se muestra la medición de luxes las medidas tomadas atravez del luxómetro en diferentes puntos de la cancha en total se tomaron 11 mediciones como se muestra en la Tabla 10 y al final se pudo sacar la media Lx

Tabla 10.

Medición de luxes medio

Cancha	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Media Lx
Lx	192	213	190	208	202	189	202	217	242	175	190	201,82

Fuente: Elaborado por los Autores

En la Figura 21 se muestra la medida de lx medio referente a la Tabla 10 que se mostro

Figura 21.

Imagen media lx



Fuente: Elaborado por los Autores

Figura 22.

Utilización del luxómetro y correcto funcionamiento en la noche



Fuente: Elaborada por los Autores

En la Figura 22 se muestra cómo se está midiendo los lx a través del luxómetro

3.6. Puesta en funcionamiento y entrega a la comunidad

El sistema fue probado de manera continua durante dos noches completas, confirmándose su estabilidad y correcto funcionamiento. Una vez verificadas las protecciones y parámetros eléctricos, la obra fue entregada oficialmente para el uso de la

comunidad, garantizando la disponibilidad de la cancha en horario nocturno con seguridad y eficiencia.

Figura 23.

Funcionamiento de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborada por los Autores

Figura 24.

Funcionamiento de las lámparas en los postes



Fuente: Elaborada por los Autores

En la Figura 23 y 24 se observa el funcionamiento de las lámparas implementadas

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones:

- La repotenciación del sistema eléctrico de la cancha Jaime Roldós permitió corregir las deficiencias lumínicas existentes, alcanzando niveles superiores a 200 lux en la superficie de juego, cumpliendo la norma IEC 12193 y mejorando la seguridad y funcionalidad nocturna del espacio.
- La incorporación de luminarias LED optimizó el consumo energético y redujo costos de mantenimiento, lo que garantiza sostenibilidad en el tiempo y un impacto ambiental positivo frente al sistema anterior de halógenos.
- El diseño eléctrico aplicado, sustentado en la normativa NEC e INEN, junto con el uso de software especializado DIALux y AutoCAD, asegura una planificación precisa, minimizando riesgos de sobrecarga, caídas de tensión y fallos operativos.
- La implementación del tablero eléctrico con protecciones, contactores y temporizadores permitió un sistema seguro y automatizado, adaptado a las necesidades de la comunidad.

4.2. Recomendaciones

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya la revisión periódica de luminarias, conexiones y protecciones, garantizando la durabilidad del sistema y evitando fallas inesperadas.
- Promover la capacitación comunitaria para el uso y cuidado del sistema eléctrico, incluyendo la manipulación responsable de tableros y la verificación de condiciones operativas básicas.
- Considerar en futuras ampliaciones la incorporación de sistemas de energía renovable (fotovoltaicos) para complementar la alimentación eléctrica, reduciendo aún más el consumo de la red pública.
- Mantener actualizada la documentación técnica del proyecto (planos, cálculos, especificaciones), de manera que pueda servir como referencia para nuevas repotenciaciones en otras infraestructuras deportivas comunitarias.

Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). (2022). *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones deportivas comunitarias*.
<https://www.arconel.gob.ec>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). (2023). *Regulación Nro. ARCERNNR 007/23 sobre alumbrado público y escenarios deportivos*.
<https://www.arconel.gob.ec>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). (2024, julio). *Mapa normativo del sector eléctrico ecuatoriano – Regulaciones actualizadas*.
<http://controlelectrico.gob.ec>
- Agencia Regulación y Control de Electricidad. (2024, 15 de noviembre). *Regulación Nro. ARCONEL 008/24: Distribución de energía eléctrica – requisitos técnicos y seguridad*.
<https://www.arconel.gob.ec/paginas/regulacion00824.pdf>
- Aucay Lalvay, M. I., & Criollo Criollo, J. A. (2022). *Evaluación de la iluminación actual en los parques del perímetro del centro urbano de la ciudad de Cuenca y propuesta de repotenciación de luminarias*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21595>
- Bonilla Altamirano, W. A. (2022). *Diseño de la red de medio, bajo voltaje y sistema de iluminación pública para el polideportivo de la parroquia “El Dorado”, del cantón Francisco Orellana, provincia de Orellana*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23290/1/UPS%20-%20TTS933.pdf>

Cimsa Ecuador. (2023, abril 6). *Iluminación deportiva: Reflector LED 200 W – 32 000 lúmenes, eficacia 160 lm/W, IRC 80, vida útil 75 000 h.*
<https://cimsaec.com/2023/04/06/iluminacion-deportiva-2/>

CNEL EP. (2023, 28 de agosto). *La repotenciación en la subestación Durán (Guayas) registra un 63 % de avance.* CNEL EP Noticias.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022, 6 de abril). *Juntos para combatir el sedentarismo mediante el deporte y la actividad física.*
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

International Electrotechnical Commission. (2023). *IEC 60228:2023 – Conductors of insulated cables* (4th ed.). IEC.

Jiménez Altaver, R. (2021). *Estudio de viabilidad del proyecto de reforma del Parque Eólico "Les Calobres" de 12,75 MW en el municipio de El Perelló.*
<http://hdl.handle.net/10251/160641>

Lumi Team. (2024). *LED lighting for sports facilities.* <https://lumiteam.eu>

Mantenimiento Eléctrico. (2025). *Mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas: importancia y checklist.* <https://www.mantenimientoelectrico.com/instalaciones-electricas/mantenimiento-preventivo-instalaciones-electricas-n7184>

MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda). (2023). *NEC SB IE: Instalaciones eléctricas – Sección de Servicios Básicos.* Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Normativa técnica para sistemas eléctricos de baja tensión en espacios públicos recreativos*. <https://www.recursosyenergia.gob.ec>
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Plan nacional de desarrollo energético 2022–2025*. <https://www.odsecuador.ec/ods-politica-energetica/>
- Ministerio del Deporte. (2021). *Inventario infraestructura deportiva*. Datos Abiertos Ecuador. <https://datosabiertos.gob.ec>
- ONU Ecuador. (2025). *Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador: ODS 7, ODS 11 y ODS 13*. <https://ecuador.un.org/es/sdgs/7>
- Pérez Orozco, J. N. (2021). *Mejoramiento urbano de la plaza central y entorno inmediato de La Esperanza, Quetzaltenango* (Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/15204>
- Registro de canchas entregadas a GADs municipales y parroquiales en todo el país, actualizado en diciembre 2021. es.wikipedia.org + datosabiertos.gob.ec + quitoinforma.gob.ec
- Rivera Romero, P. A., & Bernal Vidal, A. M. (2022). *Eficiencia energética en alumbrado público: Polución lumínica en el parque central de la Ciudad de Cuenca y afección al entorno*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12835>
- Right of Way. (2024, noviembre 14). *Conduit Installation Guide: Top Step by Step Tips 2024*. AccuTech Communications. <https://accutechcom.com/conduit-installation-guide/>

- Signify (Philips Lighting). (2019). *PerfectPlay: LED lighting for sports facilities* [Folleto técnico]. <https://www.assets.signify.com/is/content/PhilipsLighting/Assets/philips-lighting/new-zeland/20190919-perfectplay-brochure.pdf>
- Siemens. (2023). *Interruptores termomagnéticos: protección confiable para instalaciones eléctricas residenciales e industriales* [Folleto técnico]. <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/low-voltage/portfolio/circuit-protection/circuit-breakers.html>
- SportsVenueCalculator. (2024). *LED sports lighting benefits: lifespan, efficiency, and quality*. <https://sportsvenuecalculator.com/knowledge/led-sports-lighting/led-sports-lighting-benefits/>
- Universidad Técnica del Norte. (2024). *Criterios para el diseño de alumbrado de canchas deportivas* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16120>
- Vallejo, C., Godoy, L., Vásquez, F., Villacreses, G., Orozco, M., & Navarro, S. (2024). *Estrategias para mejorar la eficiencia energética en edificios de servicios públicos, en una zona climática calurosa y húmeda: Caso de estudio en Guayaquil, Ecuador*. Revista Técnica “energía”, 21(1), 133–142. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v21.n1.2024.651>
- Vera, L., & Jaramillo, M. (2022). *Evaluación del estado de las instalaciones eléctricas en canchas deportivas rurales del Ecuador*. Universidad Central del Ecuador. <https://uce.edu.ec>

Anexos

Anexo A. Plano Actual de la cancha



Anexo B. Carta de entrega recepción



**ALCALDÍA
CIUDADANA**
ADMINISTRACIÓN 2023 - 2027

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL LA TRONCAL

DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

La Troncal 29 de agosto de 2025

CERTIFICADO

A petición de la parte interesada en debida y legal forma.

Yo, Pablo Santiago Tenecota Sanchez, con C.I. 0105239115 en calidad de jefe del área eléctrica de la dirección de obras públicas del GAD Municipal La Troncal, provincia del Cañar, por medio del presente dejo en constancia que los Sres. Bayas Pancho Emerson Ariel, con C.I.: 1754534509 y Guiracocha Guachun Fabrizio Alexander, con C.I.: 0941311136 estudiantes del Instituto Tecnológico Superior "Rumiñahui", culminaron el Proyecto de Titulación **"REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN DE LA CANCHA JAIME ROLDÓS"**, habiendo cumplido fielmente a la propuesta y características ofertadas, sin contratiempos y a cabalidad.

Es todo cuando puedo certificar en honor a la verdad permitiendo al interesado hacer uso del presente en lo que creyere conveniente dentro de los límites legales.

Atentamente,

Ing. Pablo Tenecota Sánchez
INGENIERO ELECTRICO GAD LA TRONCAL

Anexo C. Link del video

[VIDEO DE LA CANCHA JAIME ROLDOS.mp4](#)