

Progrado

Carrera:

Asignatura (UIC): Desarrollo de proyectos eléctricos

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título en: Tecnólogo en Electricidad**

**Tema: Rediseño e Implementación del sistema de iluminación del
coliseo de la Parroquia 11 de Noviembre - Latacunga**

Autor: Cristian Wladimir Aguaiza Rojas

Tutor metodológico: Msc. Jacome Sagñay Fernando Javier

Tutor Técnico: Ing. Vera María Gabriela

Sangolquí, agosto de 2024



Autor:



Aguaiza Rojas Cristian Wladimir

Título a obtener: Tecnólogo en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: cristian.aguaiza@ister.edu.ec

Dirigido por:



Jacome Sagñay Fernando Javier

Título: Master en Inteligencia Artificial Aplicada a la energía y a la infraestructura.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: fernando.jacome@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados.

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.

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ –

ECUADOR

Aguaiza Rojas Cristian Wladimir

REDISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL COLISEO DE LA PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 17 de septiembre del 2024

**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, CRIATIAN WLADIMIR AGUAIZA ROJAS declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REDISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL COLISEO DE LA PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE - LATACUNGA, de la Tecnología Superior EN ELECTRICIDAD; 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,



CRISTIAN WLADMIR AGUAIZA ROJAS
C.I.:0503594798

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

CT-ANX-2024-ISTER-1

CARRERA:

TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

CRISTIAN WLADIMIR AGUAIZA ROJAS

TUTOR:

ING. MARIA GABRIELA VERA

CONTACTO ESTUDIANTE:

0992799902

CORREO ELECTRÓNICO:

cris-89@hotmail.com.ar

TEMA:

**REDISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL
COLISEO DE LA PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE - LATACUNGA**

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACION

RESUMEN EN ESPAÑOL:

Rediseño e Implementación del sistema de iluminación del coliseo de la Parroquia 11 de Noviembre

Este trabajo se enfoca en rediseñar e implementar nuevas instalaciones eléctricas en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, ubicado en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Se inicia con un análisis e investigación esencial de las bases del sistema eléctrico y luminarias en coliseos. Con el fin de mejorar las condiciones actuales que presenta

problemas eléctricos y de iluminación, lo que impide su uso adecuado. Los problemas incluyen mala calidad de la iluminación, condiciones deficientes de cableado, falta de enchufes y elementos eléctricos defectuosos, lo que genera riesgos de accidentes eléctricos y limita el uso del coliseo por parte de la comunidad. Para eso se primer lugar, se llevará a cabo una inspección exhaustiva para identificar problemas existentes en las instalaciones eléctricas y evaluar su estado general. Posteriormente, se elaborarán planos detallados y un nuevo diseño del sistema eléctrico que cumpla con los estándares de seguridad y calidad. Asimismo, para asegurar su funcionamiento se utilizarán herramientas para simular y evaluar la iluminación del nuevo diseño,

Finalmente, se procederá con la instalación del sistema eléctrico rediseñado, asegurando que todas las mejoras planificadas se ejecuten correctamente que están documentados con

fotografías que evidencian las mejoras logradas.

PALABRAS CLAVE:

Iluminación, eficiencia, coliseo, puesta a tierra, seguridad

ABSTRACT:

Redesign and Implementation of the lighting system of the 11 de Noviembre Parish Coliseum

This work focuses on redesigning and implementing new electrical installations in the Coliseum of the 11 de Noviembre parish, located in the Latacunga canton, province of Cotopaxi. It begins with an essential analysis and investigation of the bases of the system electrical and lighting in coliseums. In order to improve the current conditions presented electrical and lighting problems, which prevent its proper use. The problems include poor lighting quality, poor wiring conditions, lack of Faulty plugs and electrical elements, creating risks of accidents electricity and limits the use of the coliseum by the community. For that first place, A thorough inspection will be carried out to identify existing problems in the electrical installations and evaluate their general condition. Subsequently, plans will be drawn up

detailed specifications and a new design of the electrical system that meets the standards of safety and quality. Likewise, to ensure its operation, tools to simulate and evaluate the lighting of the new design, Finally, the redesigned electrical system will be installed, ensuring that all planned improvements are executed correctly and are documented with photographs that demonstrate the improvements achieved.

PALABRAS CLAVE:

Lighting, efficiency, coliseum, grounding, security

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 17 de septiembre del 2024

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

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante: CRISTIAN WLADIMIR AGUAIZARROJAS, con C.I.: 0503594697 alumno de la Carrera de electricidad.

Atentamente,



Firma del Estudiante
C.I.:0503594798

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TURNITING" y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi esposa, hijos que es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el amor que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente. A mi madre y hermanos que, en los días turbulentos, has sido mi ancla, y en los buenos momentos, mi razón de sonrisas. Esta tesis se teje con hilos de su amor y apoyo, un reflejo de la seguridad que me brindan. Gracias por apoyarme en mis momentos de flaqueza. Eres la melodía que da ritmo a mi viaje y la paz en medio de la tormenta.

A mis tutores de proyecto de titulación. Por su orientación y apoyo han sido invaluable en el proceso de esta tesis. Su conocimiento, paciencia y compromiso han sido fundamentales para mi éxito académico. Este proyecto es un testimonio de tu guía experta y amable. Gracias por ser un mentor excepcional.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mis tutores de proyecto, la Ing.

María Gabriela Vera y el Msc. Fernando Javier Jacome por su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación. Su guía constante y su fe inquebrantable en mis habilidades me han motivado a alcanzar alturas que nunca imaginé. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje.

Gracias infinitas a mi esposa, mis hijos que son el motor que guía mi camino para cumplir esta meta, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mi madre y mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme quienes supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

RESUMEN

Rediseño e Implementación del sistema de iluminación del coliseo de la Parroquia 11 de Noviembre

Este trabajo se enfoca en rediseñar e implementar nuevas instalaciones eléctricas en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, ubicado en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Se inicia con un análisis e investigación esencial de las bases del sistema eléctrico y luminarias en coliseos. Con el fin de mejorar las condiciones actuales que presenta problemas eléctricos y de iluminación, lo que impide su uso adecuado. Los problemas incluyen mala calidad de la iluminación, condiciones deficientes de cableado, falta de enchufes y elementos eléctricos defectuosos, lo que genera riesgos de accidentes eléctricos y limita el uso del coliseo por parte de la comunidad. Para eso se primer lugar, se llevará a cabo una inspección exhaustiva para identificar problemas existentes en las instalaciones eléctricas y evaluar su estado general. Posteriormente, se elaborarán planos detallados y un nuevo diseño del sistema eléctrico que cumpla con los estándares de seguridad y calidad. Asimismo, para asegurar su funcionamiento se utilizarán herramientas para simular y evaluar la iluminación del nuevo diseño, Finalmente, se procederá con la instalación del sistema eléctrico rediseñado, asegurando que todas las mejoras planificadas se ejecuten correctamente que están documentados con fotografías que evidencian las mejoras logradas. El coliseo ahora cuenta con una instalación eléctrica renovada, iluminación eficiente, tomacorrientes adecuadamente distribuidos, una puesta a tierra completamente funcional y un tablero de distribución seguro, balanceado, accesible para personal calificado y correctamente señalizado. Es importante destacar que todas las modificaciones realizadas cumplen con las normas nacionales e internacionales establecidas por los entes de control en Ecuador.

Palabras claves: Iluminación, electricidad, eficiencia, coliseo, puesta a tierra, seguridad

ABSTRACT

Redesign and Implementation of the lighting system of the 11 de Noviembre Parish Coliseum

This work focuses on redesigning and implementing new electrical installations in the Coliseum of the 11 de Noviembre parish, located in the Latacunga canton, province of Cotopaxi. It begins with an essential analysis and investigation of the bases of the system electrical and lighting in coliseums. In order to improve the current conditions presented electrical and lighting problems, which prevent its proper use. The problems include poor lighting quality, poor wiring conditions, lack of Faulty plugs and electrical elements, creating risks of accidents electricity and limits the use of the coliseum by the community. For that first place, A thorough inspection will be carried out to identify existing problems in the electrical installations and evaluate their general condition. Subsequently, plans will be drawn up detailed specifications and a new design of the electrical system that meets the standards of safety and quality. Likewise, to ensure its operation, tools to simulate and evaluate the lighting of the new design, Finally, the redesigned electrical system will be installed, ensuring that all planned improvements are executed correctly and are documented with photographs that demonstrate the improvements achieved. The coliseum now has an electrical installation renovated, efficient lighting, properly distributed outlets, an installation fully functional ground connection and a safe, balanced, accessible to qualified personnel and properly signposted. It is important to highlight that All modifications made comply with national and international standards established by the control entities in Ecuador.

Keywords: Lighting, electricity, efficiency, coliseum, grounding, security



**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO
RUMIÑAHUI**

**CARRERA:
ELECTRICIDAD**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**

**TEMA:
REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL
COLISEO DE LA PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE**

**AUTOR:
CRISTIAN WLADIMIR AGUAIZA ROJAS**

**DIRECTORES:
ING. FERNANDO JACOME, MSC.
ING. MARÍA GABRIELA VERA**

Sangolquí, marzo 26 del 2024

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	18
1. INTRODUCCIÓN.	18
1.1. Planteamiento del problema.	19
1.2. Justificación.	19
1.3. Alcance.	20
1.4. Objetivos	20
CAPÍTULO II.....	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Mejora de las instalaciones eléctricas del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.	22
2.2. Instalaciones eléctricas en coliseos o espacios deportivos.	23
2.3. Normativa NEC.....	33
2.4. Softwares.....	34
2.5. Diagramas Unifilares.	35
CAPÍTULO III	39
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	39
3.1. Antecedentes.	39
3.2 Estado actual del coliseo.	42
3.3. Diagrama unifilar de iluminación.	5
3.4. Estado actual de las instalaciones eléctricas del coliseo.	13
3.5. Rediseño del sistema eléctrico en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre en la ciudad de Latacunga.	26

3.5. Dimensionamiento de las protecciones a instalar.....	37
3.6. Puesta a tierra.	42
3.7. Cálculo de calibre de conductor para acometida.....	47
CAPÍTULO IV	67
4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	67
4.1. Pruebas en luminarias principales del coliseo.....	67
4.2. Pruebas en luminarias de zonas de uso múltiple.....	70
4.3. Pruebas de voltaje en tomacorrientes.....	72
4.4. Pruebas en puesta a tierra.	75
4.5. Resultados.....	76
4.6. Discusión.....	85
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1 Conclusiones.	86
5.2 Recomendaciones.	87
BIBLIOGRAFÍA.	89
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tomacorrientes 110V	27
Figura 2 Interruptores 110V	28
Figura 3 Interruptores térmicos	28
Figura 4 Caja de distribución.	29
Figura 5 Transformadores.	29
Figura 6 Acometidas	30
Figura 7 Voltímetro.....	31
Figura 8 Amperímetro.....	31
Figura 9 Multímetro	32
Figura 10 Ubicación del coliseo de la parroquia 11 de noviembre	39
Figura 11 Estado de la posición y funcionalidad de luminarias antes de la implementación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.....	43
Figura 12 Medición de luminosidad actual del coliseo con el luxómetro.....	45
Figura 13 Ubicación de específicas de las áreas de medición luminosidad dentro del coliseo	1
Figura 14 Ubicación de caja térmica	2
Figura 15 Cableado a nivel de suelo en la entrada a vestidores del coliseo.....	2
Figura 16 Cableado sin protección en las vigas del coliseo.....	3
Figura 17 Ausencia de boquillas para la iluminación.....	4
Figura 18 Falta de tapas en tomacorrientes	4
Figura 19 Deterioro de tomacorrientes.	5
Figura 20 Diagrama unifilar de luminarias principio.....	7
Figura 21 Diagrama unifilar de iluminación en zonas de uso múltiple.	10
Figura 22 Diagrama unifilar tomacorrientes en tarima.	12
Figura 23 Plano eléctrico de iluminación principal del coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.	14
Figura 24 Plano eléctrico de simulación de intensidad lumínica en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre	16
Figura 25 Simulación 3D de intensidad lumínica en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.	18
Figura 26 Resultados de los cálculos realizados por el simulador Dialux.	19
Figura 27 Plano eléctrico de iluminación de zonas múltiples en el coliseo	21

Figura 28 Ausencia de boquillas para la iluminación.	22
Figura 29 Plano eléctrico de tomacorrientes del coliseo	23
Figura 30 Interruptor termomagnético Schneider de 20A	39
Figura 31 Interruptor termomagnético Schneider de 32A	41
Figura 32 Foco incandescente de 400W para boquilla E40.	50
Figura 33 Reflector Sylvania de 200W IP65.....	51
Figura 34 Plano 2D de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo.....	52
Figura 35 Plano 3D de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo.....	54
Figura 36 Cálculo de iluminación de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo	55
Figura 37 Plano eléctrico con la nueva distribución de luminarias en el coliseo 11 de noviembre.....	56
Figura 38 Instalación de nuevas luminarias en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	57
Figura 39 Plano eléctrico de tomacorrientes del coliseo	60
Figura 40 Instalación de nuevos tomacorrientes en el coliseo	61
Figura 41 Instalación de tierra	62
Figura 42 Antes y después de la posición de la caja térmica respectivamente.	63
Figura 43 Protección de cableado en vestidores.....	64
Figura 44 Protección de cableado en las vigas del coliseo. <i>Fuente: Imagen del autor</i> ...	64
Figura 45 Instalación de focos, interruptores adquiridos para los vestidores y baños...	65
Figura 46 Tomacorrientes instalados en la tarima	66
Figura 47 Boquillas añadidas o reemplazadas en los vestuarios.	66
Figura 48 Medición del voltaje con el voltímetro cuando se encuentran encendidas todas las luminarias en uno de los circuitos.	68
Figura 49 Medición del amperímetro de la corriente en uno de los circuitos cuando se encuentran encendidas todas las luminarias en uno de los circuitos.	68
Figura 50 Medición del voltaje con el multímetro en luminaria al interior de los vestidores para asegurar la correcta instalación de los interruptores y de las mismas boquillas.	70
Figura 51 Medición de la corriente tomada con el amperímetro en una luminaria al interior de los vestidores para asegurar el correcto dimensionamiento de las protecciones.	71
Figura 52 Medición del voltímetro cuando se encuentra activado el circuito de	

tomacorrientes.	73
Figura 53 Ubicación de la puesta a tierra y acceso a un correcto mantenimiento de la misma.	75
Figura 54 Prueba de conexión de las varillas seleccionadas para la puesta a tierra instaladas en el exterior del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	76
Figura 55 Comparación de luminarias e iluminación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	76
Figura 56 Comparación de luminarias e iluminación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	77
Figura 57 Recopilación de mediciones de luminosidad final después de encender todas las luminarias dentro del coliseo.	78
Figura 58 Iluminación dentro de los vestidores y baños dentro del coliseo después de los cambios, mejoras y pruebas.	79
Figura 59 Comprobación del funcionamiento de los tomacorrientes con un aparato sencillo, en este caso un cargador de celular.	80
Figura 60 Nuevos tomacorrientes instalados en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	81
Figura 61 Tomacorrientes instalados en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre, utilizando instalaciones previamente colocadas en la pared de los vestidores.	81
Figura 62 Estado final de la caja térmica.	82
Figura 63 Estado final de la puesta a tierra en el coliseo 11 de noviembre.	82
Figura 64 Diagrama unifilar del tablero de distribución dentro del coliseo 11 de noviembre.	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medición de luminosidad en diferentes áreas dentro del coliseo.....	46
Tabla 2 Clasificación de la vivienda por área de construcción.	27
Tabla 3 Factor de demanda en construcciones de categoría especial.	27
Tabla 4 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor.	28
Tabla 5 Especificaciones técnicas de conductor THHN #12 AWG	28
Tabla 6 Caídas de tensión de los circuitos con cada una de sus divisiones	31
Tabla 7 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor. NEC 2018.....	31
Tabla 8 Especificaciones técnicas de conductor THHN #14 AWG	32
Tabla 9 Caídas de tensión de los circuitos de iluminación en zonas de uso múltiple. ..	34
Tabla 10 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor.	35
Tabla 11 Especificaciones técnicas de conductor THHN #12 AWG	35
Tabla 12 Caídas de tensión en los tomacorrientes.....	37
Tabla 13 Detalles técnicos de la protección para luminarias principales.....	39
Tabla 14 Detalles técnicos de la protección para tomacorrientes.....	42
Tabla 15 Resistividad de varios suelos	43
Tabla 16 Características físicas de conductores sólidos y flexibles	46
Tabla 17 Características físicas de conductores sólidos y flexibles, se muestra el más aproximado según su área.	49
Tabla 18 Características físicas de conductores sólidos y flexibles	57
Tabla 19 Elementos para el circuito de iluminación.....	58
Tabla 20 Elementos para la instalación de los nuevos tomacorrientes	61
Tabla 21 Valores de corriente medidos con el amperímetro en los circuitos de iluminación principal	69
Tabla 22 Caídas de tensión calculadas vs caídas de tensión medidas con el voltímetro en cada uno de los circuitos de la iluminación principal del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.	69
Tabla 23 Caídas de tensión de los circuitos de iluminación en zonas de uso múltiple medido con voltímetro vs calculado	72
Tabla 24 Voltajes medidos en cada uno de los tomacorrientes ubicados en la tarima del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.....	73
Tabla 25 Tabla de comparación de caídas de voltajes, medidas versus calculadas.	74

Tabla 26 Recopilación de mediciones de iluminación en las 10 áreas marcadas dentro del coliseo.....	78
Tabla 27 Valores de corriente medidos con el amperímetro en los circuitos de iluminación principal	83

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en rediseñar e implementar nuevas instalaciones eléctricas en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, ubicado en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Donde, inicia con un análisis e investigación esencial de las bases del sistema eléctrico y luminarias en coliseos. Esto con el fin de mejorar las condiciones actuales del coliseo, que se encuentra en un estado de deterioro debido a la falta de mantenimiento, y así beneficiar a la comunidad local y a las comunidades aledañas. El coliseo presenta problemas eléctricos y de iluminación, lo que impide su uso adecuado. Los problemas incluyen mala calidad de la iluminación, condiciones deficientes de cableado, falta de enchufes y elementos eléctricos defectuosos, lo que genera riesgos de accidentes eléctricos y limita el uso del coliseo por parte de la comunidad. Por esa razón, el presente proyecto busca mejorar la iluminación del coliseo así impactar de manera positiva a la vida cotidiana, cultural, social y económica de las comunidades. Para eso se primer lugar, se llevará a cabo una inspección exhaustiva para identificar problemas existentes en las instalaciones eléctricas y evaluar su estado general. Posteriormente, se elaborarán planos detallados y un nuevo diseño del sistema eléctrico que cumpla con los estándares de seguridad y calidad. Asimismo, para asegurar su funcionamiento se utilizarán herramientas para simular y evaluar la iluminación del nuevo diseño, de igual manera, para la creación de circuitos de luminarias y protecciones se utilizará AutoCAD. Finalmente, se procederá con la instalación del sistema eléctrico rediseñado, asegurando que todas las mejoras planificadas se ejecuten correctamente. De esa manera, este proyecto no solo busca mejorar las condiciones físicas del coliseo, sino también potenciar su rol como centro comunitario multifuncional, beneficiando así a la comunidad de la parroquia 11 de Noviembre y sus alrededores. De esta manera, se obtuvieron resultados satisfactorios y están documentados con fotografías que evidencian las mejoras logradas. El coliseo de la parroquia 11 de noviembre ahora cuenta con una instalación eléctrica renovada, iluminación eficiente, tomacorrientes adecuadamente distribuidos, una puesta a tierra completamente funcional y un tablero de distribución seguro, balanceado, accesible para personal calificado y correctamente señalizado. Es importante destacar que todas las modificaciones realizadas cumplen con las normas nacionales e internacionales establecidas por los entes de control en Ecuador.

Palabras clave: Iluminación, electricidad, eficiencia, coliseo, puesta a tierra, seguridad.

ABSTRACT

This work focuses on redesigning and implementing new electrical installations in the coliseum of the 11 de Noviembre parish, located in the Latacunga canton, Cotopaxi province. It begins with an essential analysis and research of the bases of the electrical system and lighting in coliseums. This is in order to improve the current conditions of the coliseum, which is in a state of deterioration due to lack of maintenance, and thus benefit the local community and the surrounding communities. The coliseum has electrical and lighting problems, which prevent its proper use. Problems include poor lighting quality, poor wiring conditions, lack of outlets and defective electrical components, which create risks of electrical accidents and limit the use of the coliseum by the community. For this reason, this project seeks to improve the lighting of the coliseum and thus positively impact the daily, cultural, social and economic life of the communities. To do this, first of all, a thorough inspection will be carried out to identify existing problems in the electrical installations and evaluate their general condition. Detailed plans and a new design of the electrical system that meets safety and quality standards will then be drawn up. Tools to simulate and evaluate the lighting of the new design will also be used to ensure its operation. Likewise, AutoCAD will be used to create lighting and protection circuits. Finally, the installation of the redesigned electrical system will proceed, ensuring that all planned improvements are executed correctly. In this way, this project not only seeks to improve the physical conditions of the coliseum, but also to enhance its role as a multifunctional community center, thus benefiting the community of the 11 de Noviembre parish and its surroundings. In this way, satisfactory results were obtained and are documented with photographs that show the improvements achieved. The coliseum of the 11th of November parish now has a renovated electrical installation, efficient lighting, properly distributed outlets, a fully functional grounding and a safe, balanced distribution board, accessible to qualified personnel and correctly signposted. It is important to highlight that all the modifications made comply with the national and international standards established by the control entities in Ecuador.

Keywords: Lighting, electricity, efficiency, coliseum, grounding, safety.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este proyecto es rediseñar e implementar nuevas instalaciones eléctricas del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, que cuenta con una extensión de $780m^2$, con 20 metros de ancho por 39 metros de largo. El coliseo se encuentra ubicado en el cantón de Latacunga, provincia de Cotopaxi, en las calles de los pachecos y Av. 10 de agosto. Con el fin de generar un beneficio para toda la comunidad y a su vez las comunidades aledañas; debido que, al adecuar el coliseo se pueden generar ingresos económicos mediante la realización de eventos artísticos o de interés común.

Este proyecto es llevado a cabo con el propósito de mejorar significativamente las condiciones de esta infraestructura, la cual actualmente se encuentra en un estado de deterioro debido a la falta de mantenimiento. Para empezar, el coliseo de la parroquia 11 de noviembre en la actualidad no se puede utilizar, pues presenta daños de iluminación; asimismo, la falta de presupuesto en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) ha contribuido al deterioro de las instalaciones, debido a que no ha proporcionado el mantenimiento adecuado para su funcionamiento; lo que ha hecho que sea casi imposible sus arreglos. De igual manera, la falta de esta infraestructura es la causa para que los pobladores de dicha comunidad no puedan acceder a las instalaciones y no puedan obtener beneficios.

Para lo cual, es necesario realizar un diagnóstico detallado de las condiciones actuales del coliseo, donde se llevará a cabo una inspección exhaustiva para identificar los problemas existentes en las instalaciones eléctricas y evaluar su estado general. Posteriormente, se elaborarán planos detallados que reflejen tanto la situación actual de las instalaciones como el nuevo diseño propuesto, asegurando una documentación precisa y útil para el proceso de rediseño. De igual manera, se rediseñará un nuevo sistema eléctrico que cumpla con los estándares de seguridad y la mejora de la calidad de la iluminación y reduciendo los riesgos de accidentes eléctricos. Para verificar su eficiencia se utilizarán herramientas avanzadas como DIALUX para simular y evaluar la iluminación del nuevo diseño, y AutoCAD para la creación de los circuitos de luminarias y protecciones, garantizando la efectividad del rediseño antes de su implementación. Finalmente, se procederá con la instalación del sistema eléctrico rediseñado, asegurando que todas las mejoras planificadas se ejecuten correctamente y cumplan con los objetivos del proyecto.

A través de este proyecto, no solo busca mejorar las condiciones físicas del coliseo, sino también potenciar su rol como centro comunitario multifuncional. La implementación de un sistema eléctrico eficiente y seguro permitirá extender el uso del coliseo a eventos nocturnos, generando beneficios económicos y sociales para la comunidad de la parroquia 11 de Noviembre y sus alrededores.

1.1. Planteamiento del problema

Debido a un presupuesto insuficiente, las instalaciones de entretenimiento no se pueden utilizar por problemas eléctricos y falta de iluminación en el Coliseo de la parroquia 11 De Noviembre. Esto es un problema para los miembros de la localidad, ya que no pueden hacer uso de su coliseo. Esto se debe a que tienen miedo de sufrir accidentes por la mala calidad de iluminación, malas condiciones de cableado, especialmente por la carencia de luz que puede generar accidentes y daños físicos a los pobladores. Asimismo, se arriesgan al estar cerca de instalaciones eléctricas en mal estado que en el peor de los casos pueden ocasionar un cortocircuito. Esta problemática denota la falta de mangueras, conductores aislantes, falta de iluminación en vestidores, falta de enchufes en áreas interiores, mal estado de los interruptores termomagnéticos, la necesidad del traslado a la caja de interruptores, la mala ubicación de la estructura en la que se ubica el interruptor termomagnético debido a que los cables no están aislados y principalmente los riesgos eléctricos que generan los cables sin las cubiertas adecuadas.

1.2. Justificación

Un coliseo en óptimas condiciones es muy importante para todas las comunidades, debido a que, ofrece varios beneficios en diferentes áreas como; salud física, dado que los coliseos proporcionan un espacio adecuado para practicar deportes y realizar actividades físicas. Dado que, la actividad regular reduce en gran medida el riesgo de padecer enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes o enfermedades cardiovasculares, también mejora la salud mental reduciendo el estrés, la ansiedad y la depresión, facilita la organización de ligas y torneos locales, lo que fomenta la participación comunitaria en el deporte. Además, se podría fomentar la unión de la comunidad mediante eventos deportivos, actividades culturales, conciertos, ferias de integración, enriqueciendo la vida cultural de la comunidad y generar un ingreso significativo para beneficio de todos.

En conclusión, un coliseo en buen estado es una inversión valiosa para cualquier

comunidad, sus beneficios van más allá del ámbito deportivo. Impactando positivamente la salud, la economía, la cohesión social, la educación y la seguridad. Por ende, mantener y mejorar estas instalaciones debe ser prioridad para las autoridades locales y los miembros de la comunidad, asegurando así un espacio que beneficie a todos los habitantes del sector.

1.3. Alcance

El proyecto se centra en la importancia e impacto que tendrá la iluminación adecuada en el Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, incluyendo su impacto en la vida cotidiana, cultural, social y económica de las comunidades. Se debe tomar en cuenta que se una iluminación eficiente, especialmente en el alumbrado público, puede beneficiar a una ciudad en términos de comercio y seguridad, al mejorar las condiciones de iluminación en rutas peatonales, vehiculares y en espacios públicos, como en este caso el Coliseo.

Este proyecto se enfoca en mejorar la iluminación del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, en el Cantón Latacunga, debido a que las instalaciones actuales se encuentran en mal estado, con malas luminarias, lo que impide su uso seguro y adecuado. La mejora de estas instalaciones es crucial no solo para evitar riesgos eléctricos y accidentes, sino también para revitalizar el espacio como un centro de actividades comunitarias, culturales y deportivas, lo que puede generar ingresos económicos y fomentar la cohesión social.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Rediseñar e implementar nuevas instalaciones eléctricas en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico detallado de las condiciones actuales del coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.
- Realizar el levantamiento de los planos eléctricos del coliseo en su condición actual y posterior a la implementación.
- Elaborar el rediseño de un nuevo sistema eléctrico del coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.
- Verificar con simulaciones mediante software especializados el nuevo diseño.

- Implementar la nueva instalación eléctrica usando el nuevo diseño.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mejora de las instalaciones eléctricas del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre

El Coliseo 11 de Noviembre en el Cantón Latacunga es un claro ejemplo de la necesidad de una correcta iluminación. Actualmente, las malas condiciones de las luminarias limitan el uso seguro y eficiente del coliseo, afectando tanto a la seguridad de los pobladores como a la capacidad de la instalación para albergar eventos importantes. Es importante empezar con la renovación del sistema de iluminación con nuevas instalaciones eléctricas que no solo permitirá mejorar la seguridad y la experiencia de los usuarios, sino también maximizar el uso del espacio para actividades deportivas, culturales y recreativas.

Dentro de la comunidad es ampliamente conocido que las instalaciones del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, están en un estado de deterioro y casi absoluto abandono. Este coliseo, que en su momento fue un centro importante para la comunidad, ahora presenta múltiples problemas debido a la falta de mantenimiento y atención adecuada. Entre las deficiencias más notables se encuentran el mal estado de las luminarias y las instalaciones eléctricas, las cuales han sido descuidadas por diversas razones ya mencionadas anteriormente, como la falta de presupuesto y la mala coordinación entre las autoridades locales. Es precisamente por estas razones que el proyecto actual se ha enfocado en la renovación y reparación de las luminarias y las instalaciones eléctricas. Este proyecto busca devolver al coliseo su funcionalidad y seguridad, permitiendo así que la comunidad pueda volver a utilizar este espacio para actividades deportivas, culturales y recreativas, y revitalizar su importancia como punto de encuentro y desarrollo comunitario.

Para entender con mayor claridad la aplicación del proyecto es necesario comprender los conceptos básicos de iluminación, como las normativas NEC, los lux y los lúmenes, dado que es fundamental para diseñar sistemas que proporcionen la cantidad adecuada de luz. Asimismo, es importante profundizar en los tipos de software que se utilizaran para los cálculos, incluyendo los materiales y conceptos eléctricos clave para la aplicación del proyecto. Estos conceptos básicos no sólo son importantes para el diseño técnico, sino que también tienen implicaciones directas en la experiencia ambiental de las instalaciones que experimentará la comunidad.

2.2. Instalaciones eléctricas en coliseos o espacios deportivos.

Las instalaciones eléctricas en coliseos o espacios deportivos deben diseñarse con precisión para cumplir con requisitos específicos relacionados con la seguridad, funcionalidad y eficiencia. Estos espacios requieren una planificación detallada debido a su uso intensivo y a la necesidad de una iluminación adecuada para eventos deportivos y otras actividades (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 6). Dependiendo el coliseo puede tener características particulares dependiendo de su tamaño, tipo de eventos que realiza y presupuesto. Entre los aspectos generales de las instalaciones eléctricas encontramos el diseño del sistema eléctrico, los sistemas de iluminación y los sistemas de protección eléctrica (Aguirre, 2017, p. 30).

2.2.1. Diseño del sistema eléctrico.

El diseño eléctrico se enfoca en realizar un plano donde se ubican los dispositivos como luminarias, tomacorrientes, cables y materiales eléctricos dentro del coliseo. Esto se realiza después de un proceso de análisis del lugar para determinar los lugares específicos donde el coliseo necesita mayor iluminación, y donde es más adecuado colocar los accesorios eléctricos (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 6-7). Asimismo, es necesario determinar la viabilidad de diseñar circuitos separados para la iluminación general y la iluminación de emergencia, para que cumplan con las normativas del país (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 8). De igual manera, el diseño del sistema eléctrico debe determinar que la iluminación debe ser uniforme y adecuada para las actividades que se van a realizar, considerando el nivel de lux necesario para diferentes tipos de eventos. Es importante que las cajas de revisión estén bien dimensionadas y ubicadas en lugares accesibles para mantenimiento y emergencias (Aguirre, 2017, p. 31). Dentro del proyecto para la mejora de las instalaciones eléctricas se toma en cuenta las medidas y la ubicación exacta del graderío y el espacio deportivo.

2.2.2. Sistema de iluminación.

La iluminación en los coliseos barriales suele ser potente y puede incluir iluminación general para el espacio principal e iluminación específica para áreas como las canchas o escenarios. Las luces pueden ser de alta intensidad y requieren un control adecuado para ajustar la luminosidad según las necesidades del evento (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 30). En la zona deportiva, la iluminación debe ser uniforme para evitar sombras y áreas

mal iluminadas. Esto asegura que tanto los jugadores como los árbitros y los espectadores puedan ver claramente el campo en su totalidad. La uniformidad es esencial para la visibilidad de cualquier deporte desde cualquier ubicación y velocidad. Para instalar un sistema de iluminación se necesita tomar en cuenta los niveles de iluminación necesarios o recomendados para un coliseo (Malagón & Sánchez, 2021, p 28).

2.2.3. Niveles Recomendados de Iluminación.

La iluminación en espacios deportivos debe cumplir con las normativas internacionales que especifican los niveles mínimos de iluminación requeridos para diversas actividades, desde entretenimiento hasta competiciones oficiales. Se utiliza un sistema de iluminación eficiente para garantizar visibilidad y seguridad (Malagón & Sánchez, 2021, p. 30). Para esto es necesario entender los instrumentos de medición de luminosidad, así comprender cómo se llegara a determinar la cantidad de luxes utilizadas en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.

1) Luxómetro.

Un luxómetro es un dispositivo que se utiliza para la medición de la intensidad luminosa. Estos aparatos expresan sus resultados en luxes: una unidad del sistema internacional (Porto, 2020).

2) Lux.

Un lux, cuyo símbolo es lx, resulta equivalente a la iluminancia de una zona a la cual llega un flujo luminoso de 1 lumen por cada metro cuadrado. Los luxómetros, por lo tanto, expresan cuántos luxes recibe una superficie. Para realizar las mediciones, estos artefactos disponen de una célula fotoeléctrica que permite la captación de la luz (Porto, 2020).

3) Luxes en coliseos.

La iluminación en coliseos y otras instalaciones deportivas es crucial para garantizar la visibilidad y seguridad de los participantes y espectadores. El nivel de iluminación adecuado, medido en luxes (lx), varía según el tipo de actividad y el tamaño del recinto. Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado, y se utiliza para determinar la intensidad de la luz necesaria en diferentes áreas y actividades. Esto es de gran importancia, ya que

una iluminación adecuada reduce el riesgo de accidentes, caídas y lesiones, proporcionando un entorno seguro para deportistas y espectadores. A su vez, los espectadores pueden disfrutar mejor de los eventos deportivos y culturales si las condiciones de iluminación son óptimas (European Standard EN 12193., 2018).

Los coliseos pequeños requieren diferentes niveles de lux dependiendo del tipo de actividades que se realicen en ellos. Según la norma europea y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1 establecen los requisitos de iluminación para instalaciones deportivas, incluyendo coliseos pequeños, sus recomendaciones generales para la iluminación en coliseos pequeños son de 300 a 500 lux, pues este nivel de iluminación es adecuado para actividades deportivas recreativas, entrenamientos y otros eventos no competitivos. Proporciona suficiente visibilidad para que los participantes y espectadores puedan disfrutar de las actividades de manera segura. En caso de que se utilice solo para eventos deportivos es recomendable 500 a 750 lux puesto que se requiere un nivel de iluminación más alto para asegurar que los atletas puedan ver claramente y desempeñarse al máximo. Esto también ayuda a los árbitros a tomar decisiones precisas, estos valores se los puede encontrar en (European Standard EN 12193., 2018). Por ende, implementar estos niveles de iluminación en el Coliseo 11 de noviembre garantizará que las instalaciones sean seguras y adecuadas para una variedad de actividades, beneficiando tanto a los usuarios como a la comunidad en general.

2.2.4. Sistema de protección eléctrica.

Los sistemas eléctricos deben contar con protecciones adecuadas, como interruptores termomagnéticos y fusibles, para prevenir cortocircuitos y sobrecargas. Además, los cables y componentes deben estar bien aislados y protegidos contra daños físicos. De igual manera, la implementación de un sistema de puesta a tierra es esencial para proteger a las personas y equipos de descargas eléctricas (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 34). Dentro del proyecto se realizará un sistema de puesta a tierra bien diseñado que asegura que cualquier falla eléctrica se desvíe de manera segura hacia la tierra.

1) Puesta en tierra.

La puesta a tierra es el proceso de establecer una conexión física entre un sistema eléctrico y la tierra. Esta conexión se realiza a través de conductores y electrodos de tierra. Su

principal objetivo es ofrecer un camino de baja resistencia para que las corrientes eléctricas no deseadas, como las causadas por fallos o descargas, fluyan hacia la tierra, minimizando así el riesgo de daños y lesiones (Villagómez, 2010, p.2), donde se utilizan tomas de tierra como vemos en la figura 1.



Figura 1 Puesta a tierra

Fuente de consulta: construmatica.com (2024)

2.2.5. Elementos que deben instalarse dentro de los coliseos o centros deportivos.

Los materiales eléctricos son esenciales para la implementación del proyecto de rediseño y repotenciación del sistema de iluminación del coliseo de la Parroquia 11 de Noviembre. Cada componente cumple una función específica que contribuye a la eficiencia, seguridad y operatividad del sistema eléctrico en su conjunto, para ellos se utilizaran los siguientes elementos.

- Luminarias 220V.

Estas luminarias están específicamente diseñadas para proporcionar una iluminación potente y uniforme en espacios grandes, como los coliseos, donde se requiere una alta intensidad lumínica para garantizar una visibilidad óptima durante eventos deportivos, culturales y otras actividades (Barraza, 2023).



Figura 2 Luminarias a 220V
Fuente de consulta: freepik.com (2024)

- Tomacorrientes 110v.

Un tomacorriente eléctrico proporciona una conexión para enchufar aparatos y equipos eléctricos a una fuente de energía de 110 voltios. Los tomacorrientes de 110V suelen estar equipados con mecanismos de seguridad, como cubiertas para evitar el contacto accidental con los terminales eléctricos (Tolocka, 2018, p. 4).



Figura 1 Tomacorrientes 110V

Fuente de consulta: freepik.com (2024)

- Interruptores 110V.

Estos permiten controlar el flujo de electricidad en un circuito de 110 voltios, el encendido o el apagado, como una luz o un electrodoméstico. Estos interruptores están diseñados para manejar la tensión de 110V, y su función principal es

proporcionar una forma segura y conveniente de controlar la energía eléctrica (Tolocka, 2018, p. 4).



Figura 2 Interruptores 110V

Fuente de consulta: freepik.com (2024)

- Interruptores termomagnéticos.

Este un dispositivo de protección utilizado en todos los sistemas eléctricos para desconectar automáticamente el circuito en caso de sobrecarga o cortocircuito. Estos interruptores tienen dos mecanismos de protección: un elemento térmico que responde a las sobrecargas prolongadas, y un mecanismo magnético que actúa frente a cortocircuitos de alta intensidad. El elemento térmico se expande con el aumento de temperatura causado por la sobrecarga, mientras que el mecanismo magnético detecta los picos de corriente y actúa instantáneamente para interrumpir el circuito (Tolocka, 2018, p. 6).



Figura 3 Interruptores térmicos

Fuente de consulta: motexmex.com (2024)

- Cuadros eléctricos o cajas de distribución.

Su función es alojar y proteger los componentes eléctricos del sistema, como interruptores, interruptores termomagnéticos y relés. Estos centralizan y organizan el control del sistema eléctrico, asegurando un fácil acceso para el mantenimiento y la gestión de la distribución eléctrica (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 54).



Figura 4 Caja de distribución.

Fuente de consulta: construmatica.com (2024)

- Transformadores.

Su función es convertir la tensión eléctrica de un nivel a otro, adaptando la energía suministrada a las necesidades del sistema de iluminación. Garantiza que la iluminación y otros equipos eléctricos reciban el voltaje adecuado para su correcto funcionamiento y eficiencia energética (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 53).



Figura 5 Transformadores.

Fuente de consulta: freepik.com

- Acometidas.

Estas proporcionan la conexión eléctrica principal desde la red de suministro eléctrico hasta el coliseo. Se aseguran de una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica a las instalaciones (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 53).



Figura 6 Acometidas

Fuente de consulta: mndelgolfo.com (2024)

2.2.6. Instrumentos de medición.

Los instrumentos de medición son dispositivos utilizados para cuantificar diferentes magnitudes físicas en un sistema, asegurando que las instalaciones cumplan con los estándares requeridos (Chicaiza & Guanoluisa, 2020, p. 54). En el contexto de la instalación de iluminación en un coliseo, los instrumentos de medición como el voltímetro, multímetro, y amperímetro son cruciales para asegurar que el sistema eléctrico esté funcionando correctamente y que la iluminación sea adecuada y segura.

- Voltímetro.

Un voltímetro es un instrumento utilizado para medir la diferencia de potencial eléctrico, o voltaje, entre dos puntos en un circuito. Este dispositivo puede ser analógico o digital y se conecta en paralelo con la sección del circuito donde se desea medir el voltaje. Su principal aplicación es la medición de voltaje en circuitos electrónicos y eléctricos, permitiendo verificar el funcionamiento adecuado de dispositivos y componentes (Hambley, 2014). Los más comunes son

como el de la figura 6.



Figura 7 Voltímetro

Fuente de consulta: bricos.com (2024)

- **Amperímetro.**

Un amperímetro es un instrumento que mide la corriente eléctrica en un circuito, conectándose en serie para permitir una medición precisa. Es de mucha utilidad para diagnosticar problemas en circuitos, verificar el consumo de dispositivos y garantizar la seguridad de sistemas eléctricos. Existen amperímetros analógicos, digitales y pinzas amperimétricas, cada uno adecuado para diferentes rangos de corriente y necesidades de uso (Hambley, 2014).



Figura 8 Amperímetro

Fuente de consulta: bricos.com (2024)

- **Multímetro.**

Un multímetro es un instrumento versátil que mide voltaje, corriente, y resistencia

eléctrica, además de otras características eléctricas como capacitancia, frecuencia y temperatura. Se utiliza en diversas aplicaciones, desde reparaciones electrónicas hasta mantenimiento de sistemas eléctricos complejos (Hambley, 2014).



Figura 9 Multímetro

Fuente de consulta: bricos.com (2024)

2.2.7. Conductores.

Un conductor es un material que permite el flujo de corriente eléctrica a través de él con mínima resistencia debido a su estructura atómica que facilita el movimiento de electrones libres. Este flujo eficiente de electricidad es crucial para el funcionamiento de circuitos eléctricos y sistemas de energía, ya que los conductores actúan como canales que conectan las diversas partes de un sistema eléctrico (Hambley, 2014). En la transmisión y distribución de electricidad, los conductores aseguran que la energía generada en las plantas eléctricas llegue de manera eficaz a los hogares o en este caso al coliseo.

1) Capacidad.

La capacidad de un conductor se refiere a su capacidad para transportar corriente eléctrica sin sobrecalentarse. Esta capacidad depende del material del conductor, su sección transversal, y la temperatura ambiente. La resistencia eléctrica del material también afecta la capacidad del conductor, ya que materiales con menor resistividad, como el cobre y el aluminio, permiten que el flujo de corriente sea más eficiente (Hambley, 2014) en caso del coliseo se utilizara de 100% cobre.

2) Tipos de conductores.

Existen varios tipos de conductores y su elección dependerá del uso que se le dé, puede ser residencial, públicos entre otros.

- **Conductores Sólidos:** Están hechos de un único hilo de material conductor. Son más rígidos y se utilizan principalmente en instalaciones fijas donde no se requiere flexibilidad (Bendezú, 2020, p. 2-4), dentro del coliseo utilizaremos cable sólido que sea 100% cobre.
- **Conductores Trenzados:** Formados por varios hilos finos trenzados juntos. Ofrecen mayor flexibilidad y son adecuados para aplicaciones que requieren movimiento o donde los conductores deben ser flexibles (Bendezú, 2020, p. 2).
- **Conductores de Cobre:** El cobre es el material conductor más común debido a su alta conductividad eléctrica y térmica, además de su durabilidad y maleabilidad (Bendezú, 2020, p. 2-4).
- **Conductores de Aluminio:** Utilizados en aplicaciones donde el peso es una consideración importante. Aunque tienen menor conductividad que el cobre, son más ligeros y menos costosos (Bendezú, 2020, p. 3).

2.3. Normativa NEC

Para este proyecto, la metodología se basará en la aplicación del conocimiento derivado de la NEC para la implementación de nuevas luminarias y la correcta distribución de los interruptores térmicos para cada conjunto de lámparas. Esto asegura no solo el cumplimiento normativo, sino también la optimización de la seguridad y eficiencia en la instalación eléctrica del coliseo.

Esta normativa es respaldada por estudios actualizados y tiene en consideración una amplia gama de factores que aseguran la calidad y seguridad de las construcciones en Ecuador, ofreciendo una guía integral para los profesionales del sector (Gob.c, 2024).

La metodología será aplicar el conocimiento basado en la normativa que exige la NEC y su respectivo acompañamiento de normas internacionales enfocadas directamente con la iluminación en zonas recreacionales, así mismo se utilizarán normas reconocidas por la

NEC para la creación de los planos eléctricos unifilares con simbología normalizada (Gob.c, 2024).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC recoge una serie de normativas, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, por las cuales se establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones a nivel nacional, en todas las etapas del proceso constructivo (Gob.c, 2024).

Alumbrado público: Constituye la iluminación de vías y espacios públicos destinados a la movilidad, seguridad, ornamentación y deporte. El alumbrado público se clasifica en: alumbrado público general, alumbrado público ornamental y alumbrado público intervenido. (D.Q.D, 2021).

2.4. Softwares.

En la actualidad, los softwares de diseño eléctrico se han convertido en herramientas esenciales para ingenieros y técnicos encargados de planificar, diseñar y gestionar sistemas eléctricos. Estos programas permiten la creación de planos precisos, la simulación de circuitos y la optimización de instalaciones, facilitando la implementación de proyectos con alta precisión y eficiencia (Malagón & Sánchez, 2021, p. 42). A continuación, se presentan los principales tipos de software utilizados en el diseño eléctrico del coliseo 11 de Noviembre.

2.4.1 Dialux.

DiaLux es un software gratuito diseñado para la creación de proyectos de iluminación. Permite documentar los resultados obtenidos por medio de visualizaciones fotorrealistas, e incluye librerías de todos los fabricantes líderes a nivel mundial. Dialux permite el diseño de la iluminación de cualquier edificación o proyecto de construcción. Además, utiliza imágenes en múltiples formatos y recursos de la web para desarrollar un plan de iluminación propio (Econova, 2021).

Este software será de gran utilidad para la creación y simulación de las luminarias en el entorno deseado, específicamente para la recreación de la distribución lumínica en el coliseo. Nos permitirá obtener una visión clara y precisa de los niveles de iluminación en cada sector, facilitando decisiones informadas sobre el reemplazo o aumento de luminarias según sea necesario. La capacidad de simular diferentes configuraciones

optimiza el diseño de iluminación, asegurando el cumplimiento de los estándares de la CIE y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1, al tiempo que ahorra costos y mejorar la eficiencia energética. Además, la visualización tridimensional y la evaluación de desempeño de diversas luminarias garantizan que se identifiquen y solucionen posibles problemas antes de la instalación real (Econova, 2021).

La implementación del software incluye modelado detallado del coliseo, configuración precisa de parámetros de luminarias, simulación y análisis exhaustivos, y generación de informes detallados. Estos pasos permiten refinar el diseño hasta lograr una solución óptima que cumpla con todos los requisitos del proyecto. La integración con otras herramientas de diseño y la adaptabilidad del software aseguran que el proyecto se ejecute de manera eficiente, económica y conforme a los más altos estándares de calidad y seguridad.

2.4.2. AutoCAD.

AutoCAD es un programa de diseño en 2D y 3D que permite a los usuarios crear, modificar, analizar y optimizar modelos digitales. Proporciona un entorno gráfico en el que los diseños se representan mediante líneas, arcos, círculos, y otros elementos geométricos, así como mediante sólidos y superficies tridimensionales (Grabowski, 2023). Cuando se trata de programas de diseño asistido por computadora no existe uno mejor que AutoCAD. Este software hizo su primera aparición en el año 1982 y desde entonces se convirtió en el líder de los programas de diseño digital. AutoCAD es el programa que usan para diseñar bocetos, dibujos, planos, estructuras y piezas que deben cumplir con ciertos parámetros solicitados por los clientes (Grabowski, 2023).

Además, AutoCAD es un programa multifacético que permite desarrollar proyectos de índole arquitectónico, industrial, mecánico, de diseño gráfico y de ingeniería. Gracias a la posibilidad de visualizar los diseños en 2D y 3D, AutoCAD es uno de los programas de diseño digital líderes del mercado (Quispe, 2020).

2.5. Diagramas Unifilares.

Un diagrama unifilar es una representación gráfica simplificada de un sistema eléctrico. En este tipo de diagrama, se utilizan líneas simples para representar los diferentes componentes y las conexiones eléctricas entre ellos. Aunque es una representación

simplificada, incluye suficiente información para proporcionar una comprensión general del sistema y su funcionamiento. Estos diagramas son ampliamente utilizados en el diseño, la construcción y el mantenimiento de instalaciones eléctricas (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993).

2.5.1 Características Principales de los Diagramas Unifilares.

Como se vio anteriormente los diagramas unifilares son herramientas clave en la planificación y diseño de sistemas eléctricos, estos diagramas ofrecen varias características distintivas que optimizan el proceso de diseño y análisis (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993). A continuación, se detallan las características específicas de los diagramas unifilares que son fundamentales para el diseño eléctrico

1) Líneas Simples.

Las conexiones eléctricas se representan con líneas simples, de ahí el término "unifilar". Esto permite una visualización clara y sencilla del sistema eléctrico, eliminando la complejidad de los detalles innecesarios y enfocándose en la estructura básica y la interconexión de los componentes principales (Glover et al. 2020, p. 150).

2) Componentes Básicos.

Dentro de un diagrama unifilar se incluyen los componentes esenciales del sistema eléctrico, como generadores, transformadores, interruptores, fusibles, y otros dispositivos de protección. La representación de estos componentes sirve para entender cómo está configurado el sistema y cómo interactúan entre sí para proporcionar energía eléctrica de manera segura y eficiente (Hambley, 2021, p. 33).

3) Símbolos Estandarizados.

Dentro de los diagramas se utilizan símbolos estandarizados para representar los diferentes componentes eléctricos. Esto facilita la comprensión y comunicación entre ingenieros y técnicos, ya que los símbolos son reconocidos y entendidos universalmente en el ámbito de la ingeniería eléctrica. De esta manera, la estandarización también permite la coherencia y consistencia en los planos

eléctricos (Glover et al. 2020, p. 150).

4) Indicaciones de Tensión y Corriente.

De igual manera, los diagramas unifilares pueden incluir información sobre las tensiones y corrientes nominales en los diferentes puntos del sistema. Esta información es crucial para el diseño y la operación del sistema, ya que permite a los ingenieros asegurarse de que los componentes están adecuadamente dimensionados y protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos (Glover et al. 2020, p. 150).

5) Flujo de Energía.

Los diagramas unifilares muestran el flujo de energía desde el punto de generación hasta los puntos de consumo. Esto es fundamental para entender cómo la energía se distribuye a través del sistema, identificando los caminos de la corriente y los puntos críticos donde se requiere protección y control (Hambley, 2021, p. 33).

2.5.2 Aplicaciones de los Diagramas Unifilares en la Electricidad.

Los diagramas unifilares tienen múltiples aplicaciones esenciales en el campo de la electricidad, donde se destaca por su capacidad para simplificar y clarificar la representación de sistemas eléctricos complejos (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993).

1) Diseño de Sistemas Eléctricos.

Los diagramas unifilares son herramientas esenciales en el diseño y la planificación de sistemas eléctricos eficientes y seguros. Que permiten a los ingenieros visualizar y organizar los componentes del sistema, asegurándose de que todos los elementos necesarios estén presentes y correctamente conectados (Hambley, 2021, p. 20).

2) Mantenimiento y Resolución de Problemas.

Estos diagramas facilitan la identificación de problemas y la planificación de tareas de mantenimiento. Ya que, al proporcionar una vista clara del sistema

eléctrico, los técnicos pueden localizar rápidamente fallos y realizar reparaciones de manera eficiente, minimizando el tiempo de inactividad (Hambley, 2021, p. 20).

3) Documentación Técnica.

De acuerdo a Hambley, los diagramas unifilares sirven como documentación técnica esencial para la construcción y operación de instalaciones eléctricas. De esa manera, proporcionan una referencia detallada del diseño del sistema, que es crucial durante la instalación inicial y para futuras modificaciones o expansiones (2021, p. 20).

4) Cumplimiento de Normativas.

Asimismo, estos diagramas ayudan a garantizar que los sistemas eléctricos cumplan con las normativas y estándares de seguridad. Al igual que, la inclusión de información precisa sobre los componentes y las conexiones eléctricas asegura que el sistema esté diseñado y operado de acuerdo con las regulaciones vigentes, promoviendo la seguridad y la fiabilidad (Hambley, 2021, p. 21-22).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

3.1. Antecedentes.

El mal estado de las instalaciones del Coliseo de la parroquia 11 de Noviembre, es un tema de suma importancia, dado que este espacio es de uso múltiple y sirve a los habitantes de la comunidad del cantón Latacunga para una variedad de actividades. Este coliseo ha sido un punto de encuentro para eventos deportivos, culturales y recreativos, desempeñando un papel crucial en la vida social y comunitaria de la parroquia. Sin embargo, debido a la falta de mantenimiento y atención adecuada, sus instalaciones se encuentran en un estado de deterioro que afecta negativamente su funcionalidad y seguridad. La comunidad ha expresado su preocupación y necesidad urgente de restaurar este importante espacio para garantizar que pueda seguir siendo utilizado de manera efectiva y segura.

La Mejora del Sistema Eléctrico del Coliseo 11 de noviembre encapsula el enfoque principal de la iniciativa, que es la renovación y reparación de las instalaciones eléctricas, al igual que subraya la intención de devolver al coliseo su plena funcionalidad. La mejora del sistema eléctrico es fundamental para asegurar que el coliseo pueda operar de manera segura y eficiente, permitiendo así que la comunidad pueda desarrollarse social y económicamente. Se observa ver en la figura 12 una perspectiva más amplia de la ubicación desde Google Maps del Coliseo de la parroquia 11 de noviembre, ubicada en el cantón de Latacunga, en las calles de los pachecos y Av 10 de agosto, además, cuenta con , que cuenta con una extensión de $780m^2$.

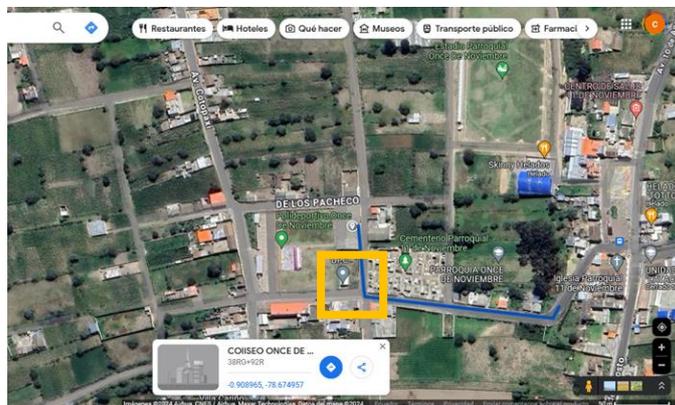


Figura 10 Ubicación del coliseo de la parroquia 11 de noviembre

Por el momento, el coliseo parroquial no está disponible debido a que presenta daños menores y a la falta de interés del GAD de Latacunga por mejorar sus instalaciones. Además, la fundación que administra el local no permite adecuaciones en su uso, lo cual agrava aún más la situación. La falta de esta infraestructura esencial impide que los ciudadanos y, especialmente, los adolescentes puedan participar en actividades físicas saludables, privándolos de una vía importante para el desarrollo físico y social. Como resultado, muchos adolescentes se ven obligados a utilizar su tiempo libre en actividades alternativas, algunas de las cuales pueden ser perjudiciales para ellos y para la sociedad en general. De esta manera se evidencia como un espacio público, en este caso el coliseo, puede afectar la vida de toda una comunidad de manera negativa o positiva.

Por lo tanto, como una parroquia unida, es necesario tomar acciones que contrarresten los peligros mediante alternativas como la se presenta en este proyecto, que plantea la reparación y reapertura del coliseo, proporcionando así un espacio seguro y adecuado para que los jóvenes puedan participar en actividades constructivas y positivas. Al mismo tiempo, se debe fomentar la conciencia comunitaria y la colaboración entre los residentes para crear un entorno más respetuoso y solidario, que permitan que estas mejoras sean duraderas.

Los Problemas más relevantes que muestra el coliseo y en los cuales se tomara acción son los siguientes:

- Falta de iluminación en la cancha del coliseo.
- Falta de tomacorrientes en espacios estratégicos dentro del coliseo.
- Falta de iluminación en zonas de uso múltiple como baños y vestidores.
- Avería o mal funcionamiento de elementos eléctricos como boquillas, interruptores, tomacorrientes y cableado para las diferentes zonas del coliseo.
- Falta de seguridad y protecciones destinados al cableado de alimentación para la iluminación y tomas de fuerza.
- Falta de instalación de puesta a tierra adecuada a las necesidades.
- Mala ubicación de la caja de distribución eléctrica y falta de señalización.

Por ende, para abordar esta problemática, se ha llevado a cabo una investigación de campo exhaustiva, en la cual se han observado las necesidades específicas del coliseo. Esta

investigación nos ha proporcionado una pauta clara de las mejoras que se pueden realizar para revitalizar el coliseo y garantizar que vuelva a ser un espacio funcional y seguro para la comunidad. A continuación, se detallan las mejoras planificadas para el coliseo:

- Se procederá con el retiro de las lámparas y los circuitos antiguos. Este paso es necesario para eliminar cualquier elemento defectuoso o anticuado que podría representar un riesgo para la seguridad o la funcionalidad del sistema eléctrico.
- Se armarán andamios, ya que gran parte del trabajo se llevará a cabo en altura. Esto incluye la colocación de manguera que servirá como aislante para el paso del cable de todas las luminarias, asegurando así que el nuevo sistema eléctrico sea seguro y duradero.
- Se realizará el cambio, reacondicionamiento e instalación de la iluminación en la cancha principal, que abarca también la tarima, este proceso se lo repetirá en las áreas de uso múltiple del coliseo, incluyendo los vestidores, baños y la parte exterior del coliseo, para asegurar una iluminación adecuada y uniforme en todas las áreas.
- Se reemplazarán elementos eléctricos en mal estado como tomacorrientes, interruptores simples, boquillas y luminarias de baja potencia. Además, se añadirán nuevos elementos en caso de ser necesario para mejorar la funcionalidad y seguridad de las instalaciones.
- El nuevo cableado y los cables que se encuentran a nivel del suelo y colgando en la parte superior de las vigas serán protegidos mediante la instalación de conductos y canaletas apropiadas, garantizando una mayor seguridad y orden en la distribución eléctrica del coliseo.
- Se implementará un sistema de puesta a tierra en el coliseo, ya que actualmente no cuenta con este componente esencial para la seguridad eléctrica, lo que reducirá el riesgo de descargas eléctricas y mejorará la protección de los equipos eléctricos.

Estas mejoras no solo se centran en la reparación y actualización del sistema

eléctrico, sino que también buscan asegurar que el coliseo cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad necesarios para servir a la comunidad. La revitalización del coliseo permitirá que los ciudadanos, especialmente los adolescentes de la parroquia 11 de noviembre en Latacunga, tengan acceso a un espacio adecuado para realizar actividades físicas saludables, lo cual es fundamental para su desarrollo físico, cultural, económico y social.

3.2 Estado actual del coliseo.

Como parte del proceso de rediseño y reacondicionamiento de las instalaciones eléctricas de iluminación y distribución de voltaje para usos múltiples dentro del coliseo, se han identificado diversos problemas y errores en la instalación actual. Estos problemas son particularmente evidentes en las áreas de vestidores, tarima, baños y vigas por donde pasan los cables que alimentan las luminarias sin olvidar la misma iluminación del área principal del coliseo. A continuación, se presenta un recuento de los problemas más relevantes que serán abordados a lo largo del proyecto, con el objetivo de proporcionar una solución técnica adecuada y demostrar los resultados después de la implementación de las mejoras necesarias.

3.2.1. Iluminación principal del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Este punto es el más importante y relevante para el proyecto en el que mediante una inspección visual y técnica de las condiciones de iluminación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre, En la Figura 13 se puede observar y confirmar que no todas las luminarias estaban funcionando debido a problemas con el cableado y dispositivos averiados. Además, con las mediciones realizadas con el luxómetro se evidenció que la distribución y la cantidad de las luminarias no era la adecuada, es necesario mencionar que no se encontró evidencia en la investigación en la que mencione un número definido de luminarias, en las normativas solo se habla de niveles de iluminación como las mostradas en (CIE 140-2000), ya que hay sectores en el coliseo que no tienen la iluminación suficiente, independientemente de si todas las luminarias funcionan o no. Al realizar la simulación respectiva, se comprobó que no se alcanzaba una distribución lumínica satisfactoria ni se cumplía con la cantidad de iluminación requerida por la normativa vigente.

Es importante considerar que este coliseo no solo se utiliza para recreación, sino también para partidos de mediano y alto rendimiento de la provincia, lo que hace que la normativa sea mucho más exigente respecto a la iluminación como la mostrada en las NEC con Resolución 006-20, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1 así mismo la menciona la normativa (CIE 140-2000), también se observa el mismo reglamento internacional en Europa como la mostrada por (European Standard EN 12193., 2018).

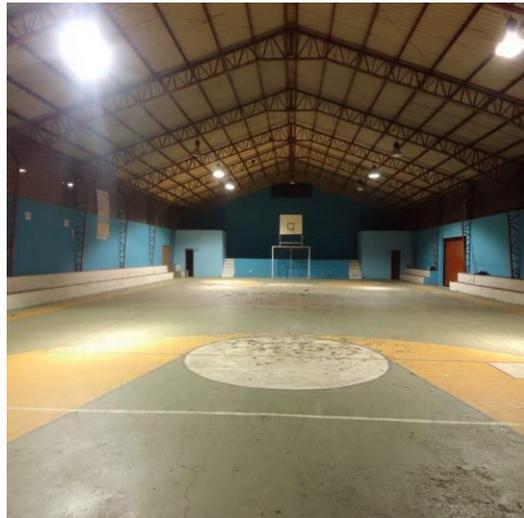


Figura 11 Estado de la posición y funcionalidad de luminarias antes de la implementación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Fuente: Realizado por el autor

1) Problemas Identificados.

- **Luminarias no funcionales:** Varias luminarias estaban apagadas o defectuosas, lo que disminuye significativamente el nivel de iluminación.
- **Cantidad de luminarias:** Con la inspección visual que se realizó se pudo notar que hacen falta más luminarias, esto se lo verificará con las mediciones realizadas con dispositivos de medición como el luxómetro y se realizará una simulación en Dialux.
- **Distribución inadecuada:** La disposición de las luminarias no proporcionaba una cobertura uniforme, resultando en áreas con insuficiente iluminación.

- **Cumplimiento normativo:** Las mediciones realizadas mostraron que los niveles de iluminación no cumplían con los requisitos establecidos por la normativa, tanto en términos de luxes como de uniformidad.

La Figura 14 muestra los resultados de la inspección técnica realizada en el sistema de iluminación del coliseo, confirmando las deficiencias previamente identificadas. Durante esta inspección, se llevaron a cabo pruebas específicas para evaluar la conformidad de las luminarias con las normativas de iluminación establecidas. Las fotografías obtenidas durante el proceso ilustran de manera clara que las luminarias no cumplen con los requisitos normativos de iluminación para el coliseo, tanto en términos de intensidad luminosa, cantidad y distribución.

Para llevar a cabo estas pruebas de manera precisa, se consideraron las siguientes condiciones técnicas:

1. **Altura de Medición:** Las mediciones de iluminación se realizaron a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Esta altura se eligió para representar de manera aproximada la altura a la que se encuentran los puntos de evaluación de la iluminación en la cancha durante eventos deportivos, siguiendo las prácticas estándar de medición lumínica, como muestra (Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2018) que incluye directrices específicas para la medición de la iluminancia en instalaciones públicas y deportivas, estableciendo que las mediciones deben realizarse a una altura de entre 0.85 y 1 metro del suelo.
2. **Condiciones de Medición:** Se esperó a que la intensidad solar disminuya al mínimo antes de comenzar las mediciones. Esta práctica asegura que la influencia de la luz solar en las pruebas sea mínima, proporcionando mediciones precisas de la iluminación artificial sin interferencias externas.
3. **Equipo de Medición:** Se utilizó un luxómetro calibrado para medir la intensidad luminosa en luxes, garantizando que las lecturas fueran precisas y consistentes. Este equipo permite una evaluación detallada del rendimiento de las luminarias, comparando los valores obtenidos con los estándares establecidos por las normativas de iluminación.

4. Normativas y Criterios de Evaluación: Las mediciones se compararon con los requisitos de iluminación establecidos por la Norma CIE 190:2010 y otros estándares internacionales relevantes, que especifican niveles mínimos de iluminación para espacios deportivos. La comparación reveló que los niveles de luxes en el coliseo están por debajo de las recomendaciones para eventos deportivos, lo que implica una deficiencia en la calidad de la iluminación.

En la recopilación de mediciones mostradas en la figura 14 evidenciamos las medidas descritas en la tabla 1.



Figura 12 Medición de luminosidad actual del coliseo con el luxómetro.

Fuente: Realizado por el autor

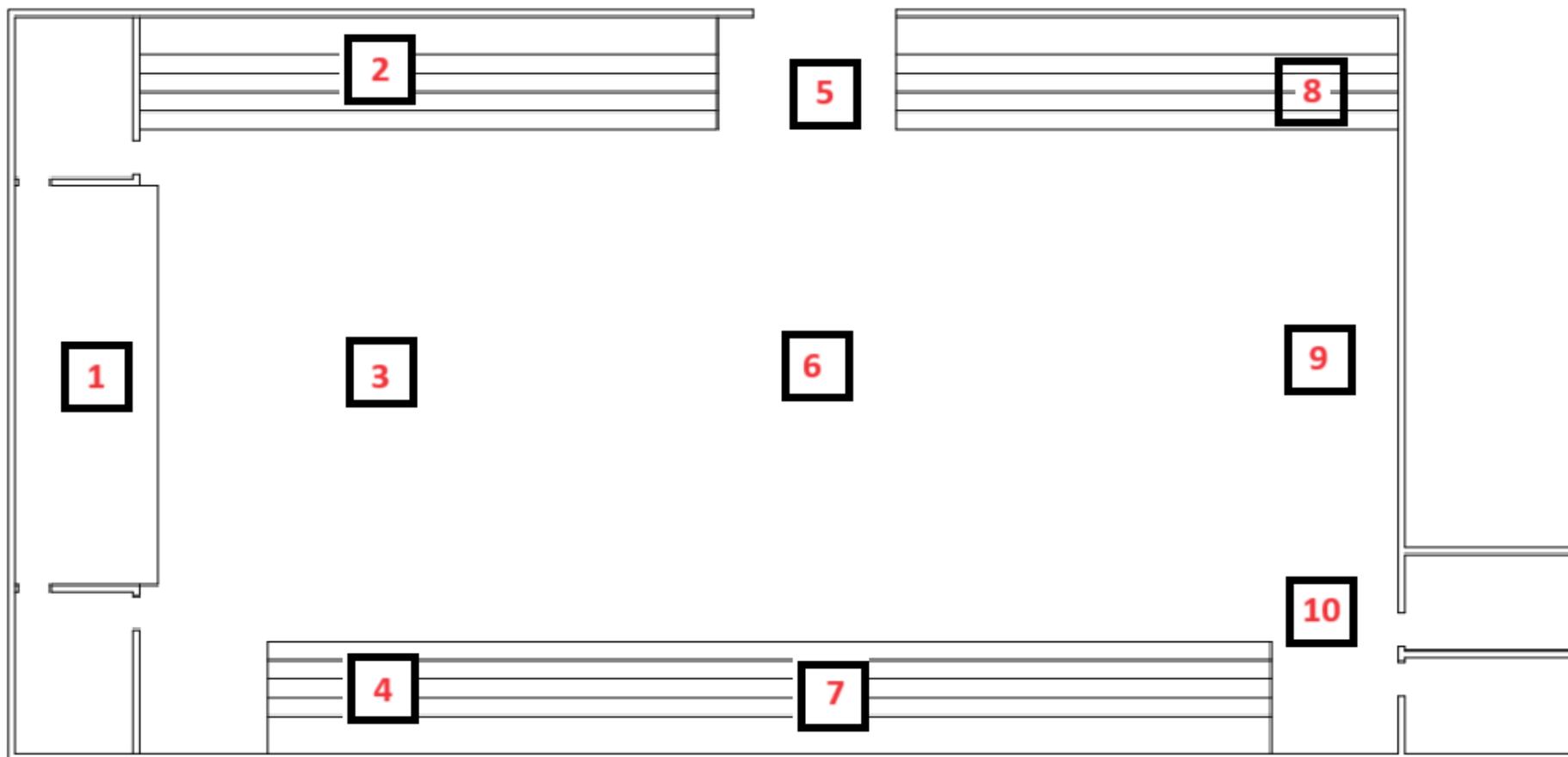
En la tabla 1 se muestra la recopilación de las mediciones realizadas en el coliseo, como se puede observar existen varios puntos en los que la luminosidad es bastante baja, esto se debe a la falta de luminarias y a la falta de mantenimiento en luminarias que no están funcionando por diversos motivos.

Tabla 1 Medición de luminosidad en diferentes áreas dentro del coliseo.

# de Posición	Medición lx
1	215
2	125
3	230
4	180
5	175
6	205
7	175
8	90
9	183
10	110

Fuente: Realizado por el autor

Para estas mediciones se tomaron en cuenta varios puntos de dentro del coliseo, estos puntos fueron elegidos en busca de uniformidad en las áreas dentro del coliseo, tomado en cuenta lo mencionado en la regulación ARCERNNR-007/23, para no centrar el estudio en un área en específico, Estas áreas están mostradas específicamente y basándose en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1 en la que indica que las mediciones deben abarcar al menos 3 metros alrededor de la zona de trabajo que es la zona señalada con el recuadro negro en la figura 15.



PLANO INSTALACIONES ELECTRICAS
Tomsacoma

Figura 13 Ubicación de específicas de las áreas de medición luminosidad dentro del coliseo

Fuente: Realizado por el autor

3.2.2. Puesta a tierra.

Actualmente el coliseo no dispone de una puesta a tierra; para solucionar este problema se realizarán los cálculos y la implementación de dicha instalación. Como se establece en las normativas de la NEC 15, es esencial instalar una puesta a tierra en el coliseo. Esta será responsable de manejar las sobrecargas o cortocircuitos que puedan ocurrir dentro de la instalación (Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC], 2021). Dichos problemas pueden ser provocados por diversos factores, siendo la sobrecarga de equipos uno de los más comunes. Además, las lluvias torrenciales con descargas eléctricas suelen causar inestabilidad en los sistemas eléctricos, tanto del transformador externo como de los dispositivos conectados a la red eléctrica interna del complejo deportivo.

Para abordar este problema se harán las mediciones y cálculos pertinentes para la correcta implementación de la puesta a tierra que garantizará la protección y estabilidad del sistema eléctrico del coliseo.

3.2.3. Caja de distribución (Caja Térmica).

La caja térmica que recibe la alimentación de la acometida eléctrica desde el transformador se encuentra actualmente ubicada sobre una de las columnas de la estructura metálica del coliseo como se puede ver en la figura 15. Esta ubicación presenta un riesgo significativo para la seguridad, ya que la base metálica no proporciona el aislamiento adecuado. Para garantizar la seguridad y la correcta manipulación de los interruptores térmicos contenidos en la caja térmica, es esencial reubicarla sobre una superficie que ofrezca el aislamiento necesario y cumpla con las normativas de seguridad eléctrica. Esta medida mitigará los riesgos asociados a posibles cortocircuitos o descargas eléctricas durante el mantenimiento y operación del equipo.



Figura 14 Ubicación de caja térmica

Fuente: Realizado por el autor

3.2.4. Cableado eléctrico.

Dentro de las instalaciones del complejo deportivo se han identificado varios problemas críticos, uno de los cuales es el descuido en el manejo de los cables eléctricos que alimentan las luminarias y tomacorrientes. En el ingreso a los vestidores y baños, se observa que los cables están desorganizados, encontrándose en el suelo, como se muestra en la Figura 16.



Figura 15 Cableado a nivel de suelo en la entrada a vestidores del coliseo.

Fuente: Realizado por el autor

En cuanto a las luminarias principales del coliseo, se constató que los cables

tampoco están protegidos adecuadamente, careciendo de cubiertas o tuberías específicas para cables. Estos cables cuelgan expuestos desde la viga del coliseo, lo cual se puede observar en la Figura 17.



Figura 16 Cableado sin protección en las vigas del coliseo.

Fuente: Realizado por el autor

Este tipo de descuido en las instalaciones eléctricas, como se muestra en las Figuras 16 y 17, puede causar no solo problemas eléctricos, sino también problemas de consumo energético debido a posibles fugas de corriente. De igual manera, la exposición y el deterioro de los cables pueden eventualmente llevar a rupturas y cortocircuitos, incrementando significativamente el riesgo de incendios y fallos en el sistema eléctrico. Por ende, es crucial abordar estos problemas para asegurar tanto la eficiencia energética como la seguridad de las instalaciones del coliseo.

3.2.5. Elementos eléctricos defectuosos.

A los inconvenientes mencionados anteriormente se suma la ausencia de protectores en todos los puntos de instalación eléctrica, tanto para iluminación como para tomacorrientes. Además, se observa la falta de elementos que han sido sustraídos, como se puede apreciar en la Figura 18.



Figura 17 Ausencia de boquillas para la iluminación.

Fuente: Realizado por el autor

Hay elementos que están notablemente deteriorados, como se muestra en la Figura 19, estos elementos ya no garantizan un correcto funcionamiento.

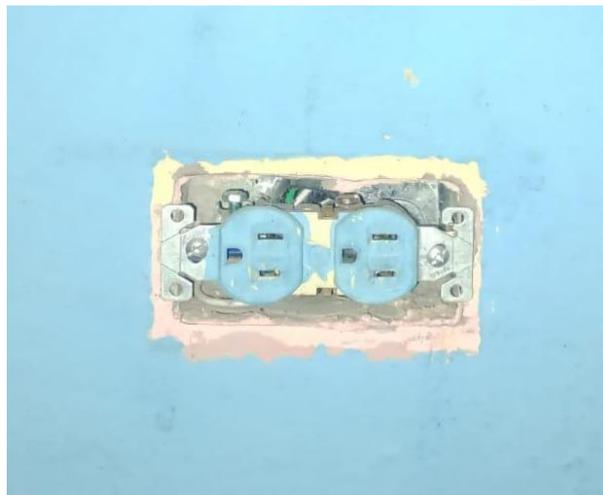


Figura 18 Falta de tapas en tomacorrientes

Fuente: Realizado por el autor

En la Figura 20 podemos ver el mismo problema que la figura anterior, el deterioro de los dispositivos de alimentación es notable y en este casi imposibilita el uso mismo aunque tenga voltaje.



Figura 19 Deterioro de tomacorrientes.

Fuente: Realizado por el autor

Estos problemas generan retrasos significativos en las conexiones durante eventos musicales, deportivos u otros, dado que no se dispone de las instalaciones adecuadas para el funcionamiento seguro y eficiente de los equipos de sonido utilizados para dichos fines.

3.3. Diagrama unifilar de iluminación.

El siguiente diagrama ilustra la red monofásica de media tensión de 13Kv, sus seccionadores son de tipo fusible estos no contienen dispositivo rompearco, el transformador tiene la capacidad de suministrar 15KVA, en su primario tiene 13Kv y en sus salidas un voltaje distribuye de 120V y 240V, se conecta con un medidor de propiedad de la EEQ que divide el voltaje en 120/240 voltios de corriente alterna, este está alimentado por una acometida de cable concéntrico 3x4 de 7 hilos de aluminio.

Este voltaje que llega al medidor de 120/240V que será nuestro voltaje a manejar dentro del Proyecto en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre, en este caso tomaremos el voltaje de 240V y lo pasaremos a los centros de carga que respectivamente son alimentados por 3 conductores TTU de calibre #8 de 7 hilo de cobre, desde este centro de carga se alimentarán los diferente puntos en el coliseo, estos incluyen los baños, vestidores, tarima este diagrama tendrá énfasis en la iluminación principal del coliseo .

3.3.1. Diagrama unifilar 1/3 de luminarias principales.

Sabiendo el estado actual de la iluminación, distribución de voltaje con los tomacorrientes en los diferentes sectores del coliseo, podemos comenzar con la elaboración de los

diferentes diagramas unifilares. En estos diagramas se mostrarán los elementos actuales tanto de potencia como de control de encendido y apagado, así como las luminarias y tomacorrientes presentes en el coliseo ubicado en la parroquia 11 de noviembre.

Los datos presentados en la figura 22 constituyen la información principal del sistema de iluminación de la cancha de uso múltiple del coliseo. Este diagrama forma parte de los tres diagramas que se presentarán, proporcionando una visión clara de la configuración actual y facilitando el análisis y la planificación para las mejoras en el sistema de iluminación.

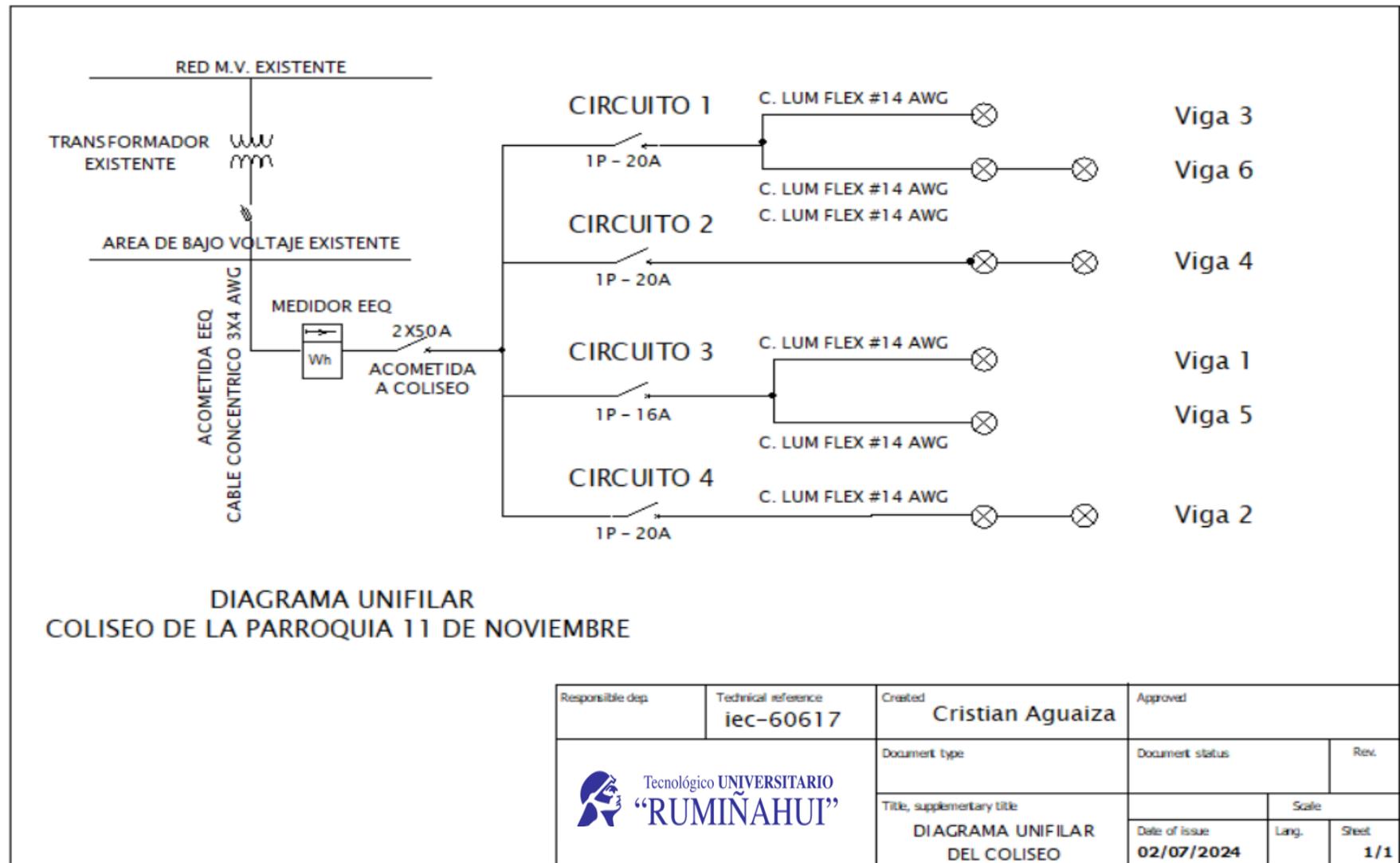


Figura 20 Diagrama unifilar de luminarias principio.

Esta figura muestra de manera detallada los elementos que forman parte de la instalación de luminarias dentro del coliseo. A continuación, se hará una descripción de todos los elementos que muestra la figura 21. En primer lugar, tenemos el transformador ubicado en los exteriores del complejo, el cual pertenece al municipio. Este transformador se conecta a un fusible de seguridad, y a partir de este punto, se extiende la acometida hacia el coliseo, conectando directamente con el medidor de luz proporcionado por la EEQ. Este medidor está protegido con un interruptor térmico bifásico de 50A, ya que es alimentado con 220V. Para el uso de la iluminación dentro del coliseo, se mantendrá este voltaje ya que se presentan mejores características de iluminación y consumo.

Dentro del complejo deportivo, encontramos una división de 4 circuitos independientes que controlan diferentes secciones del alumbrado dentro del coliseo. Estas secciones las denominaremos vigas, ya que es en esos lugares donde están instaladas las luminarias del coliseo. En total, son 7 vigas, cada una con una cantidad específica de luminarias. En el diagrama, los focos señalados con círculos rojos representan focos que están dañados o quemados y que deberán ser reemplazados posteriormente.

La distribución de las vigas con luminarias y los interruptores térmicos que controlan su encendido es la siguiente:

- Interruptor termomagnético 1 (Circuito 1) controla la viga 3 y 6 cada una con 2 focos.
- Interruptor termomagnético 2 (Circuito 2) controla la viga 4 con 2 focos.
- Interruptor termomagnético 3 (Circuito 3) controla la viga 1 y 5 cada una con 1 foco.
- Interruptor termomagnético 4 (Circuito 4) controla la viga 2 con 2 focos.

Esta distribución de focos abarca tanto la cancha deportiva como el graderío y las zonas comunes de circulación peatonal.

3.2.2. Diagrama unifilar 2/3 de luminarias en baños, vestidores y exteriores.

En la Figura 22 se presenta el diagrama unifilar correspondiente al sistema de iluminación de baja potencia utilizado en el complejo deportivo. Este sistema abarca áreas

críticas como los vestidores, baños y las luminarias exteriores ubicadas junto a la entrada principal del complejo. Este diagrama proporciona una representación detallada de la distribución y conexión de los circuitos eléctricos que alimentan estas zonas específicas, permitiendo una evaluación precisa y la planificación efectiva de cualquier mejora o mantenimiento requerido para optimizar la iluminación en estas áreas.

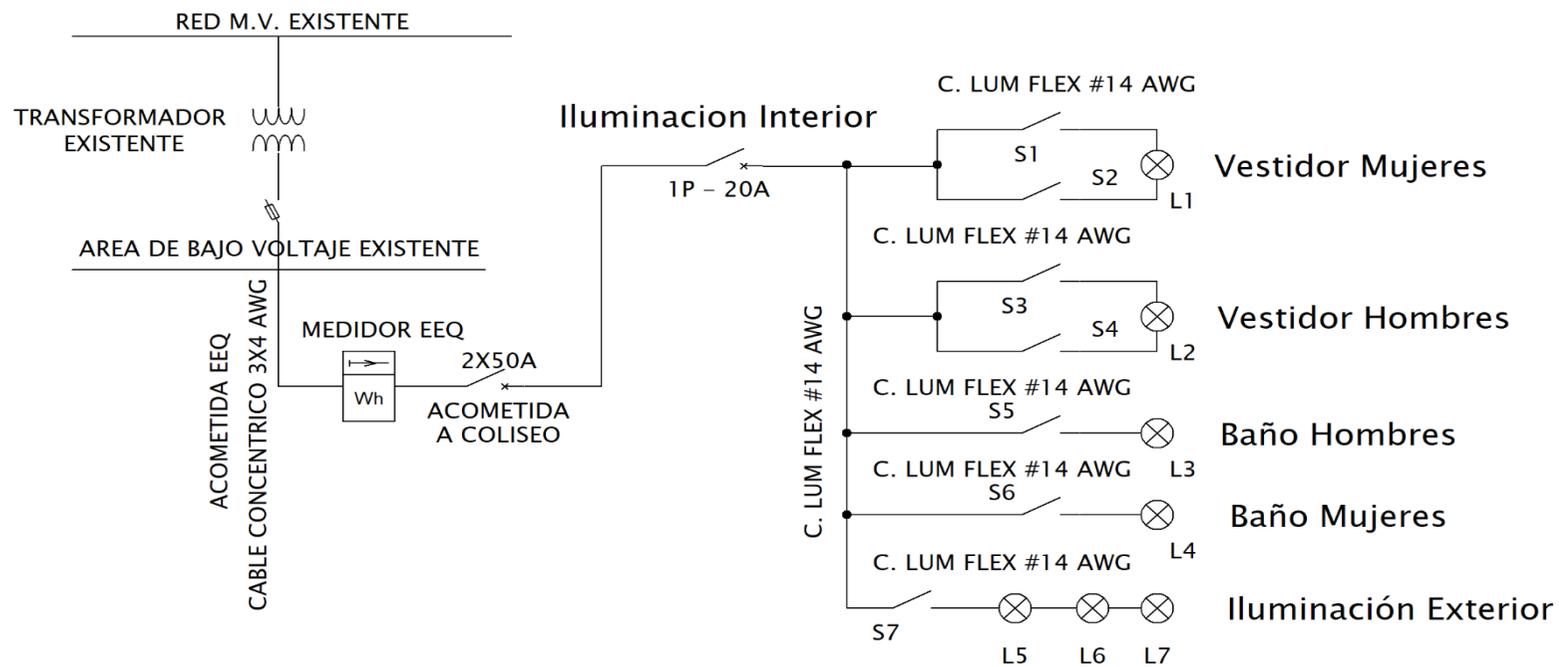


DIAGRAMA UNIFILAR
COLISEO DE LA PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE

Responsible dep.	Technical reference iec-60617	Created Cristian Aguaiza	Approved		
	Document type	Document status		Rev.	
	Title, supplementary title DIAGRAMA UNIFILAR DEL COLISEO	Date of issue 02/07/2024	Scale	Lang. Sheet	
				/	

Figura 21 Diagrama unifilar de iluminación en zonas de uso múltiple.

Para la distribución eléctrica de iluminación en estas zonas se utiliza cableado flexible de calibre 14 AWG, adecuado para la cantidad de luminarias y las potencias que estas consumen. Cada una de estas áreas está protegida por un interruptor termomagnético de 20A, destinado al control de la alimentación eléctrica. El encendido y apagado de las luces se realiza mediante conmutadores e interruptores simples. En los vestidores, se utilizan conmutadores ubicados en las dos puertas de ingreso para permitir el control desde ambos puntos de acceso.

En los baños, se emplea un único interruptor que controla la iluminación de ambos sectores, tanto el de hombres como el de mujeres. Para las luces exteriores, se instala un interruptor en el interior del coliseo, próximo a la puerta principal, facilitando el control del encendido y apagado desde el interior del complejo deportivo.

3.2.3 Diagrama unifilar 3/3 de Tomacorrientes.

En cuanto a los elementos a re-acondicionar, se han identificado los tomacorrientes, los cuales están adecuadamente dimensionados tanto en el cableado como en su ubicación dentro del coliseo. En la Figura 23 se presenta el diagrama unifilar de estos tomacorrientes, que están estratégicamente situados tanto en la parte superior como en la parte inferior de la tarima. Este diagrama proporciona una visión detallada de la distribución de los puntos de conexión eléctrica, asegurando que su ubicación y capacidad cumplen con los requisitos operativos y de seguridad del complejo deportivo.

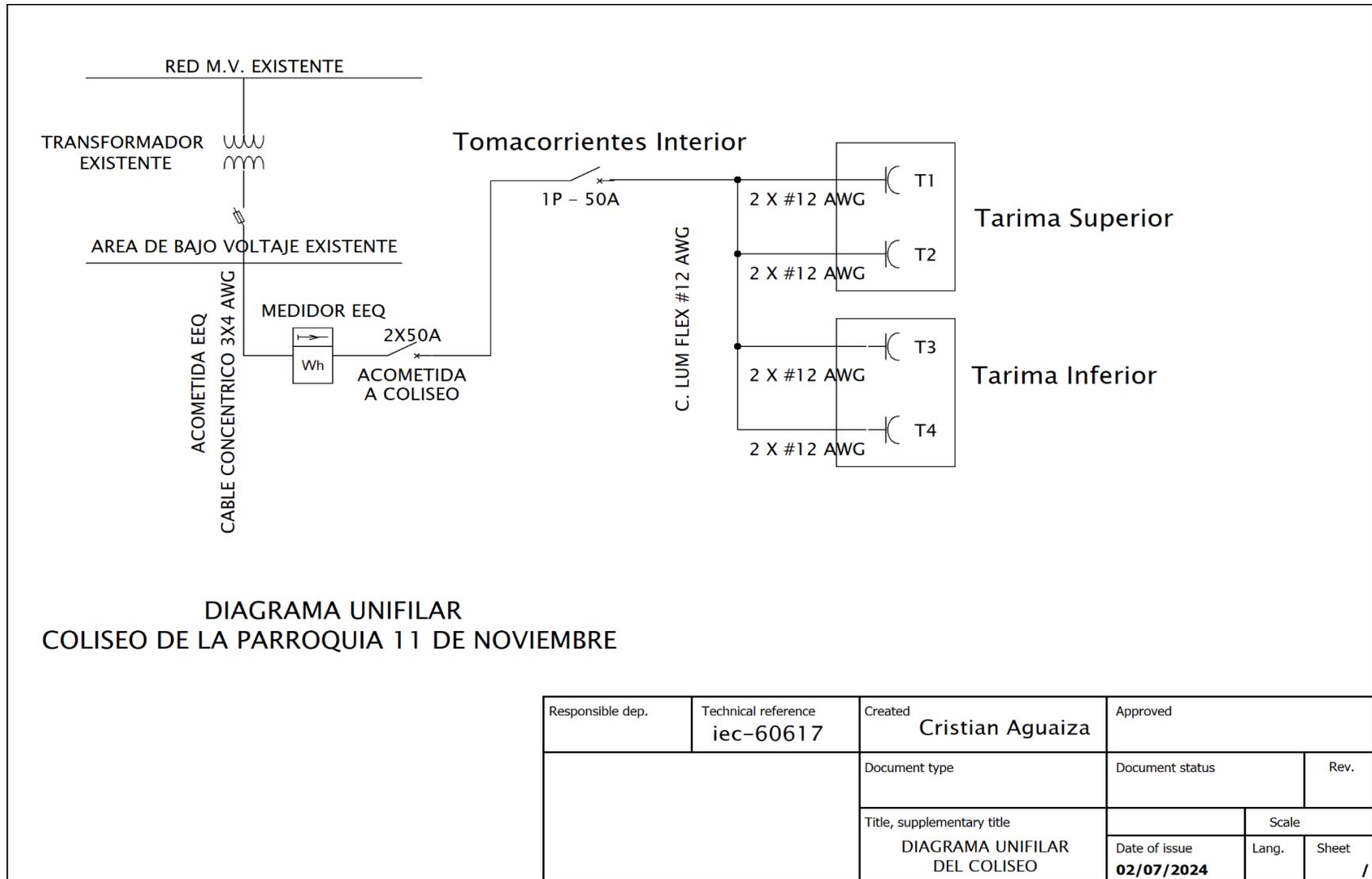


Figura 22 Diagrama unifilar tomacorrientes en tarima.

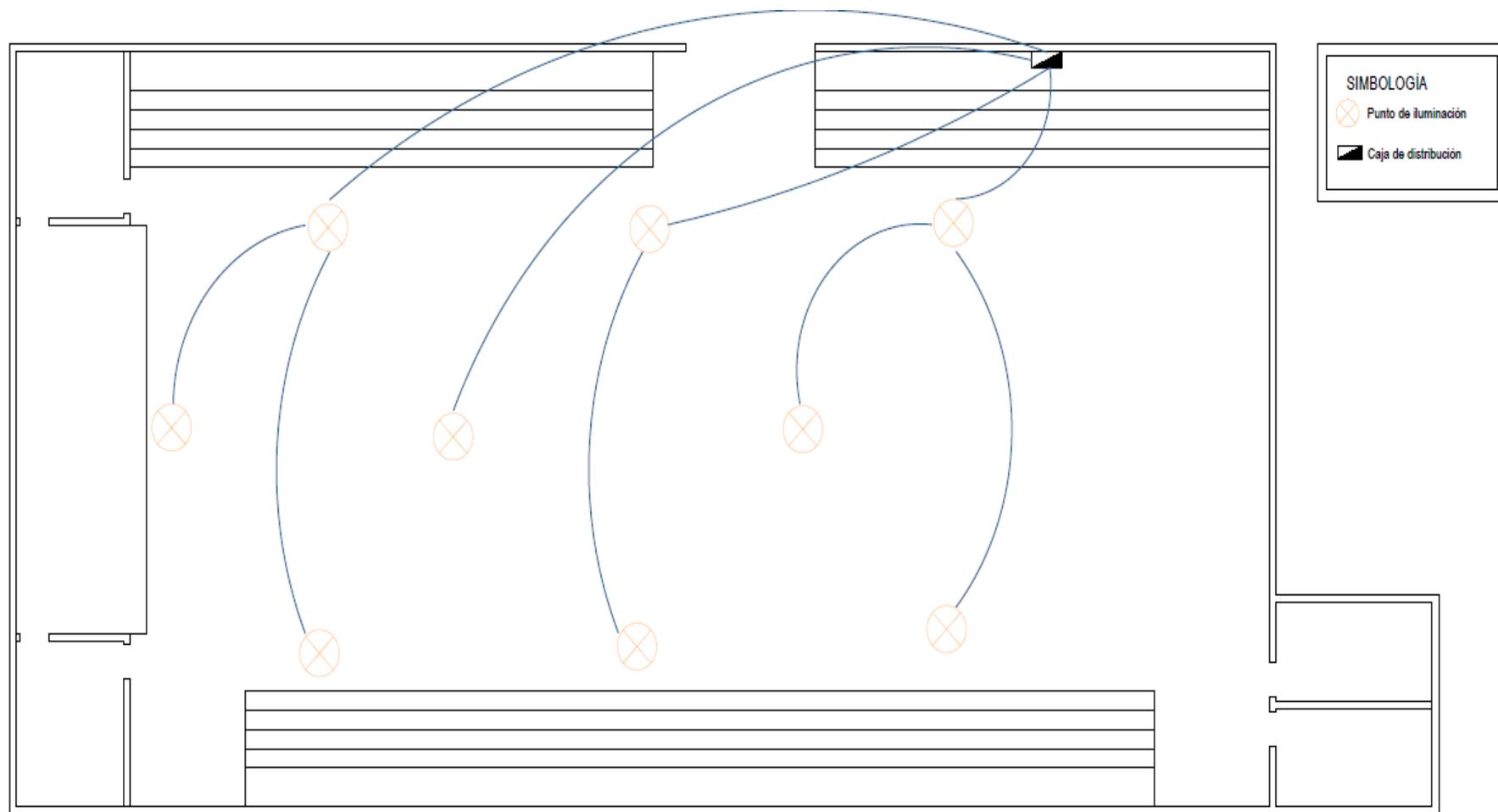
Asimismo, podemos observar que estos tomacorrientes están alimentados con 120V para cada una de sus funciones, y todos provienen de un solo interruptor termomagnético de 50A. Este interruptor termomagnético necesita ser reemplazado, ya que parece estar sobredimensionado y no proporciona una protección adecuada al circuito. Ajustar la capacidad del interruptor termomagnético a un valor más apropiado garantizará una mayor seguridad y eficiencia en el sistema eléctrico del coliseo.

3.4. Estado actual de las instalaciones eléctricas del coliseo.

3.4.1. Plano actual de las luminarias principales.

Con la inspección realizada anteriormente, se procedió a tomar medidas físicas del coliseo para diseñar los planos eléctricos de la luminaria principal dentro del coliseo. Utilizando estas medidas y las evidencias fotográficas, se logró recrear los planos de distribución de luminarias de manera precisa.

En la Figura 24, se muestra el plano eléctrico actual de las instalaciones de iluminación del coliseo en la parroquia 11 de Noviembre. Este plano es fundamental para la futura creación del nuevo diseño con las especificaciones requeridas, incluyendo la selección de cables, luminarias e interruptores termomagnéticos. En la próxima sección de implementación, se llevarán a cabo los cálculos pertinentes para determinar los interruptores termomagnéticos adecuados y las potencias necesarias para cada sección en cada circuito. Este proceso asegurará que el sistema eléctrico cumpla con las normativas y estándares de seguridad, así como con los requisitos específicos del proyecto para optimizar la iluminación dentro del coliseo. La recreación de este plano se realizó utilizando el Software AutoCAD que es el más adecuado para este tipo de procedimiento por ser de uso técnico frecuente y ofrece ventajas al modelar los sistemas eléctricos.



PLANO INSTALACIONES ELECTRICAS
Luminarias
EBC: _____ 1:200

Figura 23 Plano eléctrico de iluminación principal del coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.

Fuente: Realizado por el autor

A continuación, en la Figura 25, se presenta la situación actual de la iluminación principal en el coliseo. Esta simulación fue realizada utilizando el software Dialux, este software es de gran ayuda para este tipo de proyectos; debido a su interfaz fácil de usar permite modelar planos en 2D y 3D. Esta representación facilita una mejor ilustración y comprensión de la distribución de las luminarias dentro del coliseo. La simulación refleja tanto la posición como la eficiencia lumínica de las luminarias instaladas, proporcionando una visión clara de las áreas que requieren mejoras para cumplir con las normativas de iluminación vigentes.

En la Figura 25 se puede observar la intensidad lumínica actual del coliseo. Como se aprecia, la iluminación es bastante deficiente; pues, el coliseo no se encuentra en condiciones óptimas de iluminación. A pesar de que el plano muestra varias luminarias, muchas de estas no están funcionando aun así las medidas arrojadas por el software muestran una cantidad de luxes por debajo de la normativa y la distribución de iluminación no es uniforme en toda la cancha deportiva, en esta figura se aprecia de mejor manera que en la parte derecha la luz es muy baja para los estándares establecidos, lo que provoca que el coliseo se vea opaco y mal iluminado. Esta situación no es conveniente y no cumple con las normativas que regulan la iluminación en sitios deportivos de alto rendimiento. La falta de una iluminación adecuada afecta tanto la seguridad como el rendimiento de los eventos deportivos y otras actividades realizadas en el coliseo.

En la parte izquierda de la figura, se encuentra la tarima del coliseo. La medición de iluminación en esta área es ligeramente más alta debido a que se encuentra a 3 metros sobre el nivel de la cancha, lo que la coloca más cerca de las luminarias. A pesar de esto, se observa que los niveles de luxes no cumplen con los requisitos establecidos para este tipo de recintos deportivos, indicando una inadecuada distribución de la luz.

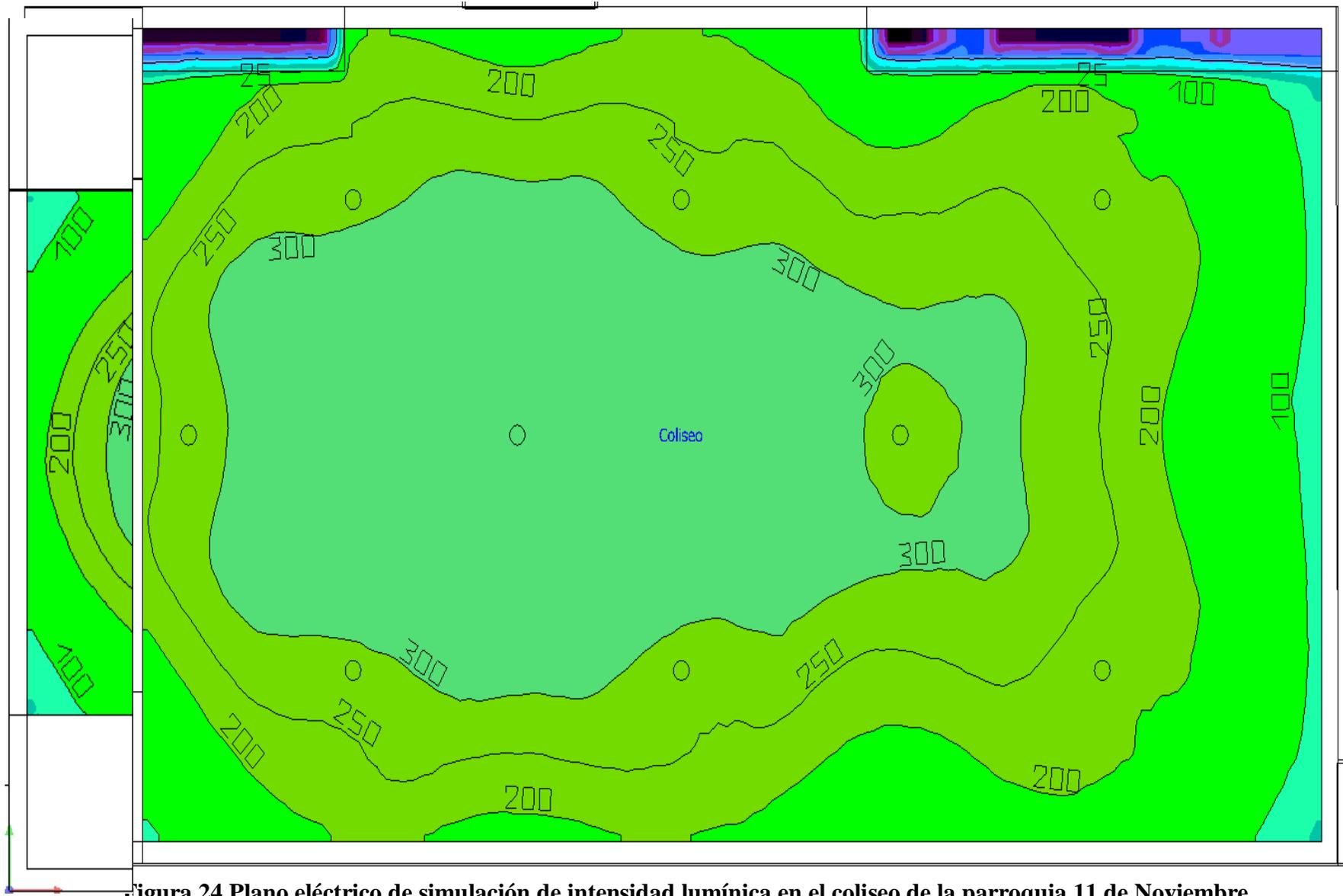


Figura 24 Plano eléctrico de simulación de intensidad lumínica en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre

Seguimos con la simulación 3D mostrada en la Figura 26, en esta figura se pueden identificar de manera más precisa los lugares afectados por la deficiencia de iluminación. La simulación ilustra la ubicación de los graderíos en color blanco con rojo, la puerta de entrada en color negro, así como la tarima en la parte central izquierda. A los costados de la tarima se encuentran áreas críticas, especialmente en la derecha de la imagen, donde la luz es notablemente tenue. Esta zona incluye el acceso a los baños y se observa que no se cubre adecuadamente el área donde estarán las autoridades o jueces durante algún evento en el coliseo.

Para resolver estos problemas, se tomarán las medidas previamente mencionadas con el objetivo de mejorar la eficiencia lumínica y asegurar que todo el coliseo esté adecuadamente iluminado, cumpliendo con las normativas vigentes. Esto implica revisar la distribución, aumento y funcionalidad de las luminarias, asegurando una cobertura uniforme y adecuada en todas las áreas críticas del coliseo, especialmente aquellas que actualmente presentan una iluminación insuficiente.

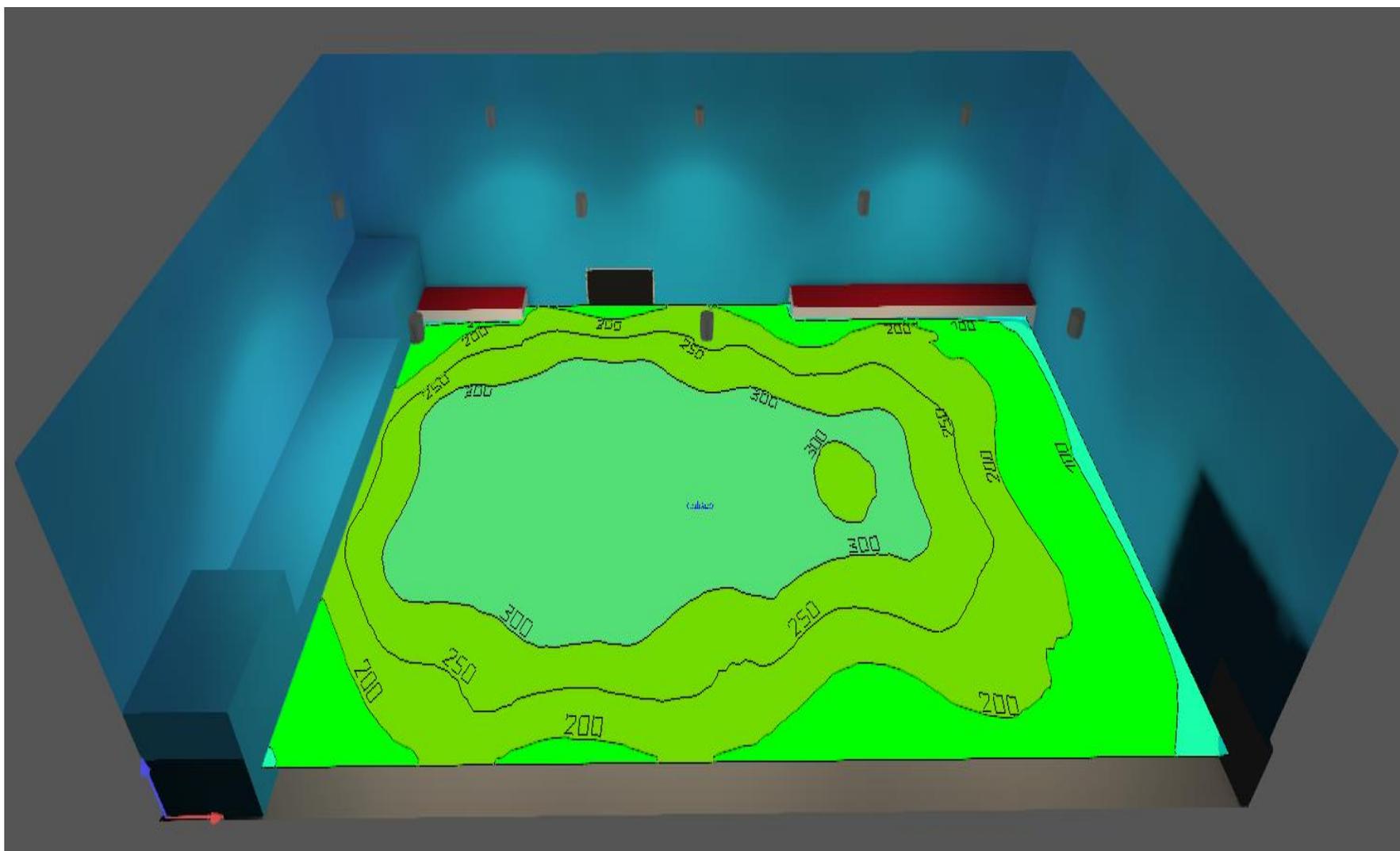


Figura 25 Simulación 3D de intensidad lumínica en el coliseo de la parroquia 11 de Noviembre.

Fuente: Realizado por el autor

Para finalizar, este análisis de la iluminación del coliseo, presentamos en la Figura 26 los resultados de los cálculos realizados por el software. Estos resultados confirman lo previamente identificado: la iluminación promedio está por debajo de las normativas, con un valor de 252 lux, lo cual es insuficiente incluso para un escenario deportivo de uso general, donde la normativa exige entre 300 y 500 lux como dicta el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

En ciertos sectores, se encuentran valores mínimos de 0,16 lux, indicando una total falta de iluminación, mientras que el valor máximo de 397 lux se concentra únicamente en la parte izquierda de la Figura 26, cerca de la tarima. Es importante destacar que estos valores fueron tomados a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo, como se muestra en la Figura 27.

Estos resultados subrayan la necesidad urgente de reconfigurar la distribución de las luminarias y garantizar que todas estén operativas para cumplir con los estándares de iluminación requeridos para un coliseo que también alberga eventos de alto rendimiento.

252 lx		0.001	
Working plane (Perpendicular illuminance)			
	Actual	Target	
Average	252 lx	≥ 100 lx	
Min	0.16 lx	-	
Max	397 lx	-	
Min/average	0.001	≥ 0.40	
Min/max	0.000	-	
Parameter			
Height	1.000 m		

Figura 26 Resultados de los cálculos realizados por el simulador Dialux.

Fuente: Realizado por el autor

3.4.2. Diseño actual de la iluminación en múltiples zonas del coliseo.

En este apartado se detallarán las condiciones en las que se encuentran las instalaciones eléctricas de iluminación dentro de los vestidores, baños y la parte exterior del coliseo.

En la Figura 28, se presenta el plano eléctrico de las luminarias en los sectores mencionados. En este caso, solo tenemos 7 ubicaciones para luminarias, las cuales serán reacondicionadas posteriormente. Este reacondicionamiento implica cambiar los focos o mejorar la instalación eléctrica propiamente dicha, dependiendo del estado actual de las instalaciones.

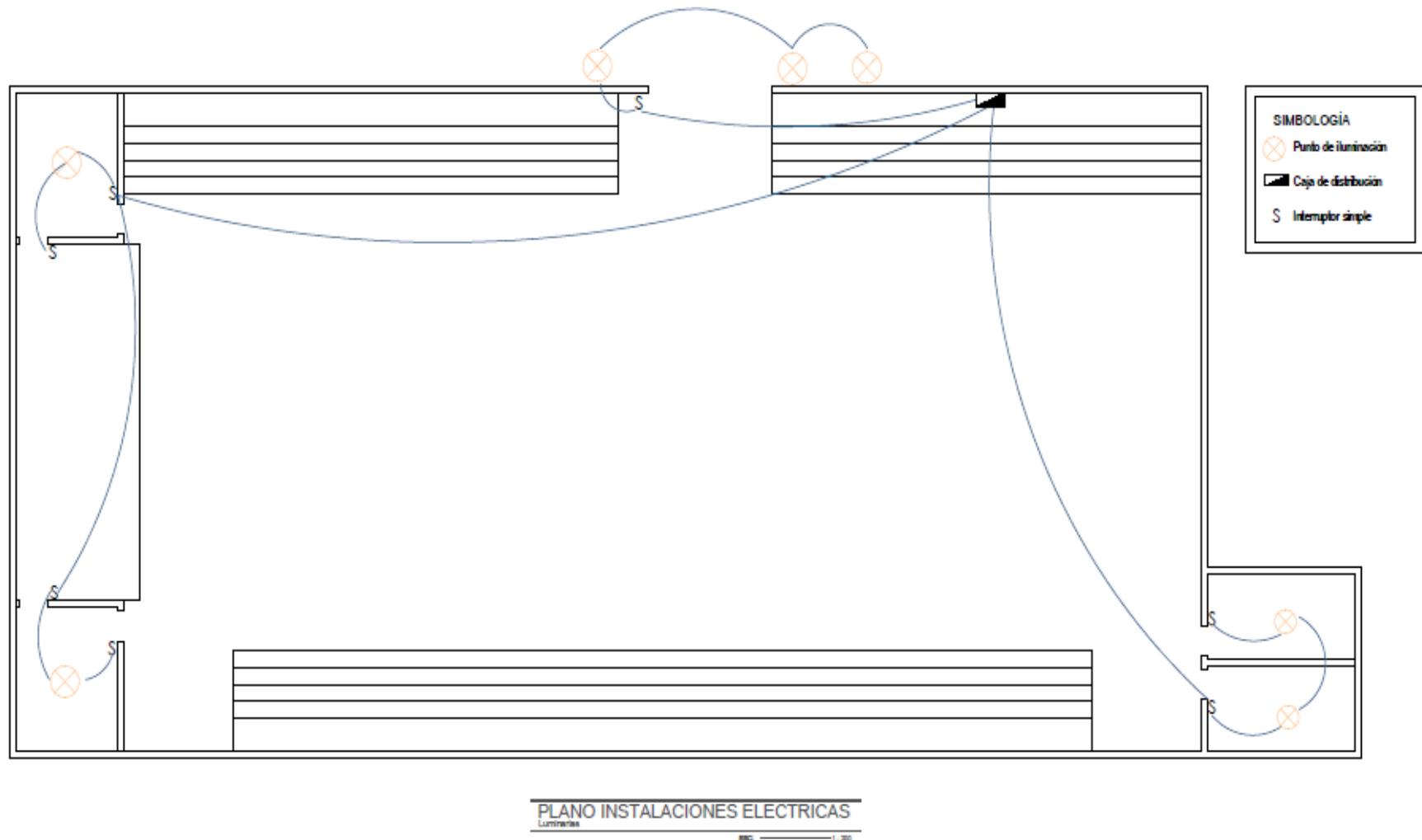


Figura 27 Plano eléctrico de iluminación de zonas múltiples en el coliseo

Fuente: Realizado por el autor

Se pudo identificar que en algunos puntos de iluminación no tienen boquillas para las luminarias, como se puede ver en la Figura 29. Por lo tanto, se evaluará cada punto de instalación para determinar las acciones necesarias que aseguren una iluminación adecuada y conforme a las normativas establecidas.



Figura 28 Ausencia de boquillas para la iluminación.

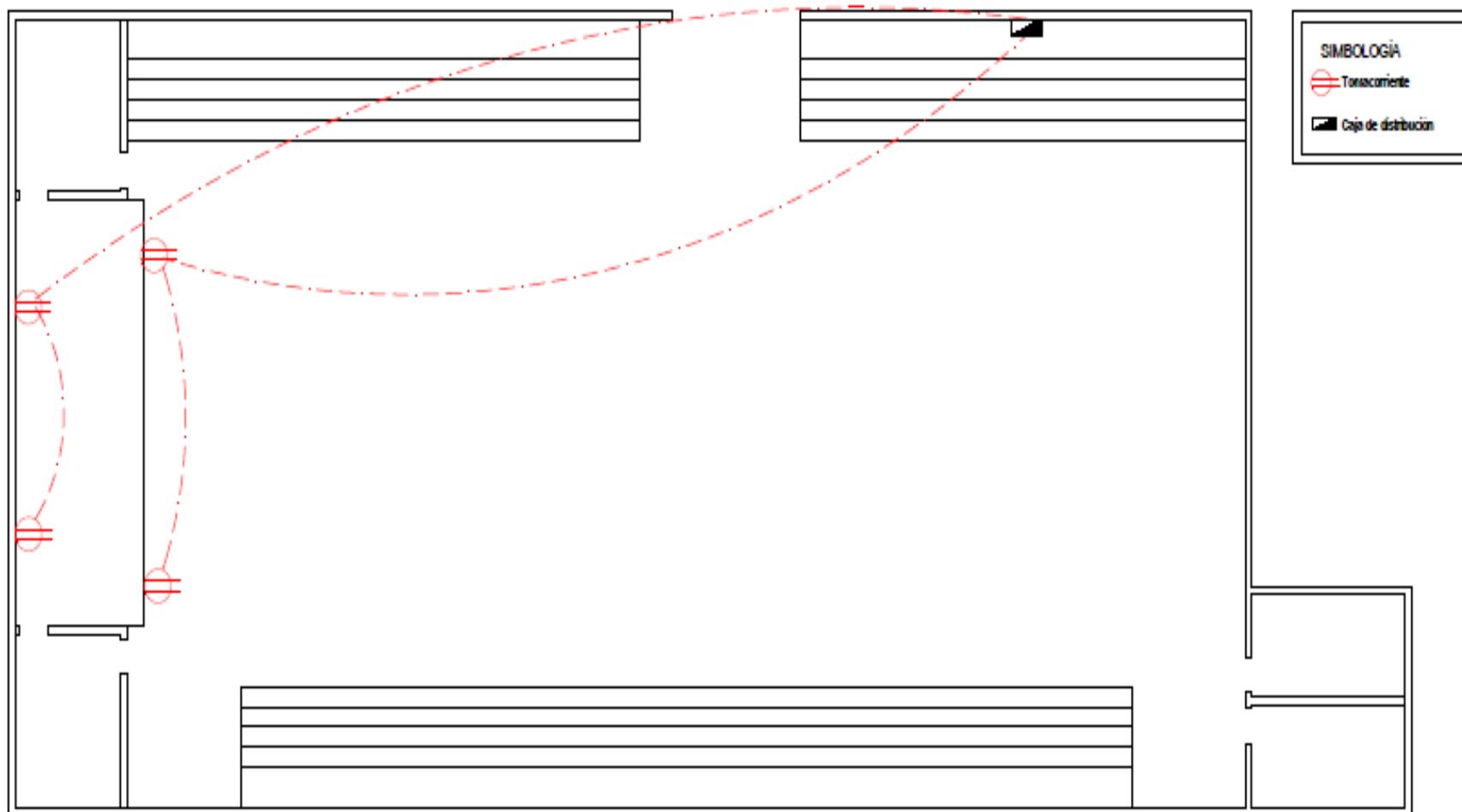
Fuente: Realizado por el autor

3.4.3. Diseño actual de los tomacorrientes en el coliseo.

A continuación, procederemos a mostrar los planos actuales de las instalaciones de tomacorrientes en el coliseo. Estos dispositivos de salida de voltaje son solo 4 en todo el recinto deportivo.

La Figura 30 presenta el plano eléctrico de los tomacorrientes existentes dentro del coliseo. Estos tomacorrientes se encuentran exclusivamente en la zona de la tarima, distribuidos de la siguiente manera: 2 en la parte superior de la tarima y 2 en la parte inferior. Es importante destacar la necesidad de estos dispositivos, debido a que, son vitales para el correcto desarrollo de eventos, tanto en términos de sonido como de comunicación con los presentes.

En este caso, se realizarán los cambios de los elementos defectuosos, tal como se indicó al inicio de este capítulo. Además, se contempla la posibilidad de cambiar el cableado si es necesario, para garantizar el funcionamiento adecuado y seguro de los tomacorrientes durante los eventos.



PLANO INSTALACIONES ELECTRICAS
Tomacorriente

Figura 29 Plano eléctrico de tomacorrientes del coliseo

Fuente: Realizado por el auto

Algunos puntos de iluminación no tienen boquillas para las luminarias, como se puede ver en la Figura 30. Por lo tanto, se evaluará cada punto de instalación para determinar las acciones necesarias que aseguren una iluminación adecuada y conforme a las normativas establecidas.

Acciones a Tomar

Una vez evaluadas las instalaciones y con el respaldo de las fotografías, simulaciones, mediciones, planos eléctricos y diagramas unifilares se decidió tomar las siguientes acciones:

- 1. Reemplazo de luminarias defectuosas:** Sustituir todas las luminarias no funcionales con nuevas de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas.
- 2. Rediseño de la distribución lumínica:** Reubicar las luminarias existentes y añadir nuevas para asegurar una cobertura uniforme que cumpla con los estándares de iluminación establecidos por las normas INEN y otras normativas relevantes como la CIE (comisión intencionalidad de la iluminación).
- 3. Re-evaluación y medición:** Después de realizar los cambios, llevar a cabo nuevas mediciones y nuevos planos eléctrico así como diagramas unifilares para asegurar que los niveles de iluminación se encuentren dentro de los parámetros requeridos, asegurando una iluminación horizontal de entre 300 y 500 lux para eventos deportivos generales, y ajustando según la actividad específica (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2018).
- 4. Instalación de puesta a tierra:** Se realizarán los cálculos pertinentes para la elección de la varilla, el cable y la identificación del tipo de suelo en el cual se realizará la instalación de la puesta a tierra en los exteriores del coliseo.
- 5. Reubicación de la caja térmica:** La caja térmica será retirada de su sitio actual y se la volverá a instalar en la pared adyacente a su ubicación actual, esto garantizará una mejor manipulación de los elementos que esta contiene y ofrecerá una mayor seguridad.
- 6. Protección de cables vistos:** Se utilizarán canaletas y mangueras según sea necesario para ocultar y proteger los cables que están en el piso o colgando dentro del coliseo.
- 7. Cambio de elementos defectuosos:** Se instalarán o cambiarán los dispositivos de tomacorriente, iluminación o de cableado que sean necesarios.

8. Añadir tomacorrientes: Se añadirán nuevos circuitos de tomacorrientes para tener una mejor distribución del voltaje en el coliseo y facilite las labores de sonido o iluminación focalizada en caso de ser necesario, esto será respaldado por normativas, planos eléctricos y mediciones de prueba que garanticen la funcionalidad, eficiencia y utilidad dentro del recinto deportivo.

Para abordar y resolver estos problemas, se implementarán medidas que incluirán cálculos precisos, así como el reemplazo e instalación de los elementos necesarios. En la sección de implementación, se detalla cada uno de estos puntos, dirigidos específicamente a solucionar los problemas mencionados anteriormente.

La implementación de estas acciones garantizará que el coliseo cumpla con las normativas de iluminación, proporcionando un ambiente seguro y adecuado tanto para los deportistas como para los espectadores. La corrección de estos problemas también mejorará la eficiencia energética y la calidad general del sistema de iluminación del coliseo.

Tabla 1 Distribución de cargas actual en el coliseo

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS ACTUAL			
FASE 1 50A		FASE 2 50A	
CIRCUITOS	CORRIENTE (A)	CORRIENTE (A)	CIRCUITOS
Circuito 2 luminarias	10,1	15,10	Circuito 1 luminarias
Circuito 3 luminarias	16,2	10,81	Circuito 1 luminarias
		8,78	Baños y Vestidores
		10.2	Tomacorrientes
	16.3	44.89	

Fuente: Realizado por el autor

3.5. Rediseño del sistema eléctrico en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre en la ciudad de Latacunga. Para iniciar, el rediseño del sistema eléctrico del coliseo, se considerarán todas las características previamente evaluadas y se propondrán nuevas y mejores alternativas para abordar cada uno de los problemas identificados. Este proceso comenzará con la revisión de las normativas aplicables en función de las demandas de iluminación y dispositivos de fuerza, así como la distribución lumínica. Todas estas mejoras estarán respaldadas por cálculos precisos, planos eléctricos, diagramas y simulaciones detalladas. Finalmente, se procederá a la verificación de toda la implementación mediante mediciones reales utilizando instrumentos de medición de luminosidad, voltaje, corriente y resistividad del suelo.

3.5.1. Clasificación de la edificación por área de construcción.

Para clasificar de manera precisa al edificio se toman en cuenta sus medidas para el cálculo del área de construcción con este valor y lo que menciona la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) en el apartado 3.3, se determinará el tipo de vivienda al que corresponde el coliseo:

$$\text{Área} = \text{Largo} \times \text{ancho}$$

$$\text{Área} = 39 \text{ m} \times 20 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 780 \text{ m}^2$$

Con el cálculo del área y gracias a la Tabla 1, se puede determinar el tipo de vivienda. Como muestra la tabla 1 el coliseo se clasifica como vivienda especial; dado que, su área de construcción supera los 400 metros cuadrados.

Se colocó a esta edificación en esta clasificación debido a su pequeña área de construcción, así como su bajo número de fuetes de carga como tomacorrientes y el calibre de los conductores de su acometida, considerando también que no cuenta con electrodomésticos ni cargas permanentes dentro del edificio y el volumen de personas también es limitado.

Tabla 2 Clasificación de la vivienda por área de construcción.

TIPO DE VIVIENDA	AREA DE CONSTRUCCIÓN (m ²)	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²

Fuente: NEC 2018.

Gracias a la información proporcionada por la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) en el apartado 3.3, y mostrada en la tabla 1 se obtiene información adicional crucial para el proyecto, específicamente en lo relacionado con los tomacorrientes. Según la normativa, es necesario tener 1 tomacorriente por cada 100 metros cuadrados de construcción. Dado que el coliseo actualmente cuenta con solo 4 tomacorrientes ubicados en la tarima, será necesario incrementar este número para cumplir con las normativas y asegurar una distribución adecuada de tomacorrientes en todo el recinto.

3.5.2. Factor de demanda.

Los factores de demanda que se deben considerar para iluminación y tomacorrientes de uso general en función del tipo de vivienda, en este caso se usará el señalado en la tabla 2 que son de 0.53 para la iluminación y de 0.30 para los tomacorrientes.

Tabla 3 Factor de demanda en construcciones de categoría especial.

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

Fuente: NEC 2018.

3.5.2. Elección de cableado para la iluminación principal.

Las tablas normalizadas sugiere el uso de un conductor calibre # 14 AWG pero después de los cálculos de caída de tensión y considerando que las distancias en las que se tendera el conductor son grandes se llegó a la conclusión de que es preciso elegir al conductor de calibre # 12 AWG ya que es el adecuado y cumple con los requisitos mostrados en la tabla 3 en el que muestra la capacidad del amperaje, en este caso se trata de un conductor que soporta 20A los cuales satisfacen la condición de soportar al menos el 125% de la corriente consumida por el circuito, los resultados desfavorables para el conductor 14 se debe a la potencia y cantidad de luminarias que serán colocadas en el área principal del coliseo.

Tabla 4 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor.

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: NEC 2018.

A continuación, se presentan las características principales del conductor seleccionado en la tabla 4. Se trata de un cable sólido de calibre #12 con aislamiento plástico y recubrimiento transparente, apto tanto para interiores como para exteriores. El material aislante tiene propiedades de extinción rápida de fuego, evitando su propagación y soportando altas temperaturas. Al ser un conductor 100% de cobre, garantiza una capacidad de corriente nominal superior a la indicada en la tabla 1 anteriormente mostrada. Es importante destacar que, aunque existen cables de aleación con aluminio, los cuales tienen un menor costo y peso, ofrecen menos protección y ventajas comparadas con el conductor seleccionado. La única ventaja significativa del aluminio es su menor peso, lo que puede ser beneficioso para instalaciones de larga distancia.

Tabla 5 Especificaciones técnicas de conductor THHN #12 AWG

CABLE THHN # 12 AWG 100% COBRE	
CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL	30A
TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN	Nominal 90°C Cortocircuito 250°C

RESISTENCIA ELÉCTRICA DC A 20	5.31 OHM/KM
VOLTAJE	600 V
NORMAL	RETIE, NTC 1332, UL 83
SECCIÓN TRANSVERSAL	3.31MM2

Fuente de consulta: Datos técnicos del conductor #14. www.electrocables.com (2024)

En la investigación de las normativas de la NEC, no se encontró un límite específico para la caída de voltaje, pero en la sección 210:19(A)(1) se establece que en circuitos de 120V y 240V, la caída de voltaje máxima no puede exceder el 3% de la corriente nominal. Las caídas de tensión pueden ocurrir por varios motivos, siendo uno de los más comunes la longitud del cable. A mayor distancia del conductor, mayor será la caída de voltaje. Para mitigar esto, se debe utilizar un conductor de calibre más alto para compensar estas pérdidas. Otros factores que pueden influir incluyen fugas de corriente debido a empalmes mal aislados, así como el recalentamiento de cables por factores externos.

3.5.2. Cálculo de caídas de tensión en circuitos de iluminación principal.

Para el cálculo de la caída de tensión en el proyecto, es crucial considerar diversas características y aspectos tanto del conductor como de la instalación eléctrica. Estas características, con valores específicos, se utilizan en la fórmula mencionada anteriormente.

En este caso, se debe tener en cuenta las distancias dentro del coliseo, así como las alturas desde un punto de referencia común hasta las luminarias en cada viga según el orden indicado en los 4 circuitos previamente mencionados. Este cálculo se realizará utilizando las secciones de cable más largas desde el origen (interruptor termomagnético) hasta la primera luminaria en cada circuito.

Para el primer cálculo de la tabla, se siguen las directrices establecidas por la norma NEC sección 13, considerando una potencia de 200W en cada circuito. Esto nos permitirá determinar con precisión la caída de tensión y garantizar que cumplimos con los estándares de diseño eléctrico necesarios para el funcionamiento óptimo del sistema de iluminación del coliseo.

Por lo tanto, usaremos la siguiente fórmula que es la usada por (IEEE, 2014):

$$\Delta V = A^2 \cdot I \cdot L \cdot R \quad (1)$$

Para fines de efectividad usaremos la fórmula (2) con la cual podremos calcular directamente el porcentaje de caída de tensión dentro de un circuito de 240V.

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \rho}{A \cdot V} * 100 \quad (2)$$

Donde:

- $\Delta V(\%)$ es la caída de tensión como un porcentaje del voltaje nominal.
- I es la corriente (A).
- L es la longitud del conductor (m).
- ρ es la resistividad del cobre (1.72×10^{-8} ohmios-metro).
- A es el área de la sección transversal del conductor (m^2).
- V es el voltaje del sistema (240V).

Para el primer circuito en la viga 3 reemplazando los datos tenemos que:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot 20 \cdot 8 \cdot 1.72 \times 10^{-8}}{3.31 \times 10^{-6} \cdot 240}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{0.000550}{0.000794}$$

$$\Delta V(\%) = 0.69\%$$

En la siguiente tabla se muestran los cálculos realizados para los diferentes circuitos y la división que comprende cada uno de estos con respecto a la distribución de las luminarias, esto comprendería el caso de usar el cable mencionado así mismo con las características en las distancias definidas en la tabla 5.

Tabla 6 Caídas de tensión de los circuitos con cada una de sus divisiones

	VIGAS	Const ante	I (A)	L	P	A	VOLTAJ E (V)	%	Caída Volta (V)	% Caída	Voltaje Final (V)
CIRCUITO 1	Viga 3	2	20	8	1,72E-08	3,3E-06	240	100	1,66	0,69	238,34
	Viga 6	2	20	14	1,72E-08	3,3E-06	240	100	2,91	1,21	237,09
CIRCUITO 2	Viga 4	2	20	10	1,72E-08	3,3E-06	240	100	2,08	0,87	237,92
	Viga 7	2	20	15	1,72E-08	3,3E-06	240	100	3,12	1,30	236,88
CIRCUITO 3	Viga 1	2	20	5	1,72E-08	3,3E-06	240	100	1,04	0,43	238,96
	Viga 5	2	20	12	1,72E-08	3,3E-06	240	100	2,49	1,04	237,51
CIRCUITO 4	Viga 2	2	20	7	1,72E-08	3,3E-06	240	100	1,45	0,61	238,55

Fuente: Realizado por el autor

3.4.3. Elección de cableado para la iluminación de zonas múltiples.

De igual manera se mantiene rigurosamente los datos consultados y sus respectivas tablas normalizadas al igual que la iluminación principal se eligió el conductor de calibre # 14 AWG ya que es el adecuado y cumple con los requisitos mostrados en la tabla 6 en el que muestra la capacidad del amperaje, en este caso se trata de un conductor que soporta 15/16A los cuales satisfacen la condición de soportar al menos el 125% de la corriente consumida por el circuito.

Tabla 7 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor. NEC 2018.

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: NEC 2018.

Las características principales respecto a la corriente que soporta el conductor seleccionado se pueden observar en la tabla 7. Mientras que en la tabla 4 podemos ver el detalle de las características del cable sólido de calibre #14 presentado anteriormente el cual cuenta con aislamiento plástico y recubrimiento transparente, apto tanto para interiores como para exteriores. El material aislante tiene propiedades de extinción rápida de fuego, evitando su propagación y soportando altas temperaturas. Al ser un conductor 100% de cobre, garantiza una capacidad de corriente nominal superior a la indicada en la tabla 6 anteriormente mostrada. Es importante destacar que, aunque existen cables de aleación con aluminio, los cuales tienen un menor costo y peso, ofrecen menos protección y ventajas comparadas con el conductor seleccionado. La única ventaja significativa del

aluminio es su menor peso, lo que puede ser beneficioso para instalaciones de larga distancia, pero en este caso el peso no es un problema ya que hablamos de distancias cortas y sobre la pared o dentro de la misma, además sabemos que este cable no va a manejar grandes cantidades de corriente ya que se conectarán luminarias que juntas no suman los 200w establecidos como límite.

Tabla 8 Especificaciones técnicas de conductor THHN #14 AWG

CABLE THHN # 14 AWG 100% COBRE	
CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL	25A
TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN	Nominal 90°C Cortocircuito 250°C
RESISTENCIA ELÉCTRICA DC A 20	8.46 OHM/KM
VOLTAJE	600 V
NORMAL	RETIE, NTC 1332, UL 83
SECCIÓN TRANSVERSAL	2.08MM2

Fuente de consulta: Datos técnicos del conductor #14. www.electrocables.com (2024)

Continuaremos respetando las normativas de la NEC, y aunque en estas no se encontró un límite específico para la caída de voltaje, pero en la sección 210:19(A)(1) se establece que en circuitos de 120V y 220V, la caída de voltaje máxima no puede exceder el 3% de la corriente nominal. Las caídas de tensión pueden ocurrir por varios motivos, siendo uno de los más comunes la longitud del cable. A mayor distancia del conductor, mayor será la caída de voltaje. Para mitigar esto, se debe utilizar un conductor de calibre más alto para compensar estas pérdidas. Otros factores que pueden influir incluyen fugas de corriente debido a empalmes mal aislados, así como el recalentamiento de cables por factores externos.

En este caso, realizaremos los cálculos con las nuevas especificaciones, considerando la cantidad de luminarias en las zonas de uso múltiple que se conectarán en este nuevo circuito. Dado que se trata de solo 7 luminarias de bajo consumo, se dividirán por sectores dentro de esta zona. Específicamente, realizaremos cálculos para el vestidor de hombres,

el vestidor de mujeres, los baños y las luces externas al coliseo. Esta segmentación permitirá un análisis detallado y preciso de cada área, garantizando una distribución eficiente y segura de la carga eléctrica.

3.4.4. Cálculo de caídas de tensión en circuitos de zonas de uso múltiple.

En la tabla 5 se muestran los cálculos respectivos para esta sección, pero a modo de ejemplo mostraremos solo el ejemplo del cálculo y los valores que se usarán, seguiremos las directrices establecidas por la norma NEC, considerando una potencia de 200W en cada circuito al igual que en apartado anterior en las luminarias principales. Esto nos permitirá determinar con precisión la caída de tensión y garantizar que cumplimos con los estándares de diseño eléctrico necesarios para el funcionamiento óptimo del sistema de iluminación del coliseo.

Por lo tanto, usaremos la siguiente fórmula:

$$\Delta V = I^2 \cdot L \cdot R \quad (1)$$

Para fines de efectividad usaremos la fórmula (2) con la cual podremos calcular directamente el porcentaje de caída de tensión dentro de un circuito de 120V.

$$\Delta V(\%) = \frac{I^2 \cdot L \cdot \rho}{A \cdot V} * 100 \quad (2)$$

Donde:

- $\Delta V(\%)$ es la caída de tensión como un porcentaje del voltaje nominal.
- I es la corriente (A).
- L es la longitud del conductor (m).
- ρ es la resistividad del cobre (1.72×10^{-8} ohmios-metro).
- A es el área de la sección transversal del conductor (m^2).
- V es el voltaje del sistema (120V).

Para el primer circuito en la viga 3 reemplazando los datos témenos que:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot 20 \cdot 8 \cdot 1.72 \times 10^{-8}}{3.31 \times 10^{-8} - 6 \cdot 120}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{0.000674}{0.000249}$$

$$\Delta V(\%) = 2.70\%$$

En la siguiente tabla mostramos los cálculos realizados para los diferentes circuitos y la división que comprende cada uno de estos con respecto a la distribución de las luminarias, esto comprendería el caso de usar el cable mencionado así mismo con las características en las distancias definidas en la tabla 8.

Tabla 9 Caídas de tensión de los circuitos de iluminación en zonas de uso múltiple.

	Constante	I (A)	L	P	A	V	%	Caída Volta (V)	% Caída	Voltaje Final (V)
Vestidor hombres	2	14	14	1,72E-08	2,1E-06	120	100	3,24	2,70	116,76
Vestidor mujeres	2	14	12	1,72E-08	2,1E-06	120	100	2,78	2,32	117,22
Baños	2	14	10	1,72E-08	2,1E-06	120	100	2,32	1,93	117,68
Exterior	2	14	8	1,72E-08	2,1E-06	120	100	1,85	1,54	118,15

Fuente: Realizado por el autor

En la tabla 8 mostrada anteriormente, se observan las mismas directrices utilizadas en los cálculos previos con el cable calibre 12 AWG. Sin embargo, en este caso se empleó el cable calibre 14 AWG, ya que no es necesario utilizar un conductor de mayor calibre debido a que se requiere alimentar un menor número de luminarias, y estas son de menor potencia. Estas luminarias solo iluminarán áreas de aproximadamente 16m², lo que justifica el uso del cable de menor calibre.

3.4.5. Elección de cableado para Toma corrientes en tarima.

En este caso, se hace referencia a un apartado de la NEC que especifica que, para mantener las condiciones de dimensionamiento previamente mencionadas y no superar el 125% de la capacidad nominal (Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC], 2018). Se debe considerar la tabla 9, la cual ha sido utilizada en los cálculos anteriores. De acuerdo con esta normativa, se utilizará un conductor de calibre 12 AWG, ya que solo se conectarán cuatro tomacorrientes de 120V y las distancias de los conductores no serán

significativas, como se detalla en las tablas y cálculos siguientes.

Tabla 10 Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor.

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: NEC 2018.

A continuación, se presentan las características principales del conductor seleccionado en la tabla 9. Se trata de un cable sólido de calibre #12 con aislamiento plástico y recubrimiento transparente, apto tanto para interiores como para exteriores. El material aislante tiene propiedades de extinción rápida de fuego, evitando su propagación y soportando altas temperaturas. Al ser un conductor 100% de cobre, garantiza una capacidad de corriente nominal superior a la indicada en la tabla 6 anteriormente mostrada. Es importante destacar que, aunque existen cables de aleación con aluminio, los cuales tienen un menor costo y peso, ofrecen menos protección y ventajas comparadas con el conductor seleccionado. La única ventaja significativa del aluminio es su menor peso, lo que puede ser beneficioso para instalaciones de larga distancia.

Tabla 11 Especificaciones técnicas de conductor THHN #12 AWG

CABLE THHN # 12 AWG 100% COBRE	
CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL	30A
TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN	Nominal 90°C Cortocircuito 250°C
RESISTENCIA ELÉCTRICA DC A 20	5.31 OHM/KM
VOLTAJE	600 V
NORMAL	RETIE, NTC 1332, UL 83
SECCION TRANSVERSAL	3.31MM2

Fuente de consulta: Datos técnicos del conductor #12. www.electrocables.com (2024)

Como ya se lo había mencionado anteriormente en la NEC, no se encontró un

límite específico para la caída de voltaje, pero en la sección 210:19(A)(1) se establece que en circuitos de 120V y 220V, la caída de voltaje máxima no puede exceder el 3% de la corriente nominal. Así que seguiremos usando este mismo principio para el cálculo de la caída de tensión en los tomacorrientes, hay que mencionar que la cantidad de tomacorrientes no van más allá de las 10 unidades lo que significa que nos encontramos dentro de la normativa de la NEC.

3.4.6. Cálculo de caídas de tensión para los tomacorrientes en el coliseo.

Para el cálculo de la caída de tensión en nuestro proyecto, es crucial considerar diversas características y aspectos tanto del conductor como de la instalación eléctrica. Estas características, con valores específicos, se utilizan en la fórmula mencionada a lo largo de este trabajo.

Tendremos en cuenta las distancias dentro del coliseo, así como las alturas desde un punto de referencia común hasta los tomacorrientes en la tarima, vestidores y los del graderío. Este cálculo se realizará utilizando las secciones de cable más largas desde el origen (interruptor termomagnético) hasta el primer tomacorriente de ahí se hará la distribución para el resto de puntos en el circuito.

Para el primer cálculo de la tabla, seguiremos las directrices establecidas por la norma NEC, considerando la cantidad de cables (fase, neutro y tierra) en cada circuito. Esto nos permitirá determinar con precisión la caída de tensión y garantizar que cumplimos con los estándares de diseño eléctrico necesarios para el funcionamiento óptimo de las instalaciones dentro del coliseo.

Como se mencionó previamente, utilizaremos el mismo cálculo para las caídas de tensión, por lo que no se volverá a ilustrar el ejemplo ya que el principio es el mismo, cambiando únicamente las distancias en función de la ubicación de los tomacorrientes.

A continuación, presentaremos los valores calculados con las características de la tabla 11 y los valores constantes que afectan este cálculo. En este caso, se trata de un solo circuito que incluye los cuatro tomacorrientes ubicados en la tarima.

Tabla 12 Caídas de tensión en los tomacorrientes

	Constante	I (A)	L	P	A	V	%	Caída Voltaje (V)	% Caída	Voltaje Final (V)
Tomas coliseo	2	20	15	1,72E-08	3,3E-06	12 0	10 0	3,12	2,60	116,88

Fuente: Realizado por el autor

En la tabla 11, se presenta el cálculo de la caída de tensión correspondiente a los tomacorrientes ubicados en la tarima. Se puede observar que la caída de tensión se encuentra dentro de los límites establecidos por los reglamentos internacionales, manteniéndose por debajo del 3%. Además, se muestra el voltaje equivalente de ese porcentaje y el voltaje resultante que llega a los tomacorrientes.

3.5. Dimensionamiento de las protecciones a instalar.

En este apartado se detalla el procedimiento realizado para el dimensionamiento de las protecciones necesarias para cada circuito. Este análisis abarca tanto las luminarias principales como la iluminación de las zonas múltiples. Además, se incluirá el cálculo para la protección de los tomacorrientes. Estos cálculos y dimensionamientos se llevan a cabo siguiendo los lineamientos técnicos y normativos para asegurar la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico del coliseo.

Para tener una propuesta sólida al momento de elegir una protección termomagnética debemos considerar muchos aspectos como la carga del circuito esta carga se la calcula con suma total de las luminarias conectados a cada circuito, en este caso tomaremos de referencia lo establecido en la norma NEC que nos indica una carga máxima de cada circuito no debe sobrepasar los 15A y exceder los 15 puntos de conexión.

Para la protección termomagnética de los tomacorrientes debemos considerar más aspectos como la carga del circuito que se realiza con una suma total de los dispositivos conectados en los tomacorrientes de los circuitos, en este caso tomaremos de referencia lo establecido en la norma NEC que nos indica una carga máxima de 200 watts por cada tomacorriente del circuito. La siguiente fórmula nos ayuda a elegir una protección de una manera fácil y rápida, esta fórmula será la misma tanto para las luminarias como para los tomacorrientes.

3.5.1. Cálculo de protecciones para luminarias principales.

En el caso de las luminarias principales del coliseo las dividimos en 4 circuitos, cada uno con una determinada cantidad de luminarias, pero para nuestro proyecto usaremos un número fijo de 6 puntos de conexión por circuito, los valores de cada uno serán 4 de 200W y 2 luminarias de 400W que sumaría un total de 1600W

Para calcular nuestra protección necesitamos la siguiente fórmula.

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V}$$

Donde

I= Corriente Amperios

P= Potencia en Watts

V= Voltios

Al reemplazar los valores tenemos que

$$I(A) = \frac{1600W}{240V}$$

$$I(A) = 6.66A$$

Una vez realizado el cálculo, obtenemos una corriente de 6.66A, que indica la corriente que circula por nuestro circuito. Gracias a los cálculos previos, se pudo determinar el calibre adecuado del conductor, el flujo energético y las caídas de tensión respectivas. Después de verificar que estamos dentro de las normativas, podemos proceder a seleccionar el interruptor termomagnético adecuado.

En este caso, se seleccionará un interruptor térmico de 16A, el cual proporcionará protección a nuestro circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. No obstante, la normativa permite aumentar la capacidad de la protección hasta los 20A para cada uno de los circuitos de iluminación, proporcionando un margen adicional de seguridad. Por lo tanto tendremos 4 interruptores térmicos de la misma capacidad

Con estos valores, aseguramos que el sistema cumple con las normativas y ofrece una protección adecuada, garantizando la seguridad y el funcionamiento eficiente del sistema eléctrico del coliseo.



Figura 30 Interruptor termomagnético Schneider de 20A

FUENTE: breaker termomagnético con tipo de curva C. Tomado de www.schneiderelectric.com (2024)

En la figura 31 podemos observar cómo es el dispositivo de protección físicamente, en este caso se seleccionó uno de la marca Schneider que tiene las características detalladas en la tabla 12.

Tabla 13 Detalles técnicos de la protección para luminarias principales.

Interruptor enchufable QOvs 1P 20A 10kA Curva C 120VCA	
Aplicación del Dispositivo	Distribución Eléctrica Residencial y Comercial
Gama	Square D
Nombre del Producto	QOvs RCBO
Tipo de Producto o Componente	Interruptor automático en miniatura
Número de Polos	1P
Número de polos protegidos	1
Corriente nominal (In)	20 A
Tipo de red	AC
Código de curva	C
Poder de corte	6000 A Icn en 240 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1

FUENTE: breaker termomagnético con tipo de curva C. Tomado de www.schneiderelectric.com (2024)

3.5.2 Cálculo de protecciones para luminarias de zonas múltiples

En las zonas múltiples, contamos con un total de 7 luminarias. De estas, 4 son de baja intensidad y potencia, con una capacidad de 9W cada una, sumando un total de 36W. En el exterior del coliseo, se instalarán luminarias de mayor potencia para garantizar un mejor alumbrado nocturno. Estas luminarias tendrán una potencia de 20W cada una, y se instalarán 3 unidades, resultando en un total de 60W. Así, la carga total combinada entre los dos sectores será de 96W.

Se utilizará la fórmula correspondiente para el cálculo de la protección, asegurando así que el diseño cumpla con la normativa NEC en términos de la cantidad de puntos de conexión y manteniéndose por debajo del límite de corriente máxima permitida. Esto garantizará tanto la seguridad como la eficiencia del sistema eléctrico en estas zonas.

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V}$$

$$I(A) = \frac{96W}{120V}$$

$$I(A) = 0.8A$$

Para este circuito, el uso de un interruptor termomagnético de 16A es suficiente para proteger la instalación eléctrica. Sin embargo, se mantendrá el interruptor termomagnético de 20A previamente mencionado por su capacidad adicional de protección. Esto permitirá futuras expansiones como la instalación de luminarias con mayor intensidad lumínica o el aumento en el número de luminarias tanto en el interior como en el exterior del coliseo.

Al tratarse del mismo dispositivo podemos ver los detalles en la tabla 9 del apartado anterior.

3.5.3. Cálculo de protecciones para tomacorrientes en el coliseo.

A continuación, procederemos a seleccionar las protecciones para el circuito de tomacorrientes ubicados en la tarima del coliseo. Como se ha explicado en secciones anteriores, este circuito consta de 10 tomacorrientes, cada uno de los cuales se someterá a una carga máxima de 200W, según lo establecido por la norma NEC para cada tomacorriente del circuito.

Multiplicando esta potencia máxima por el número de tomacorrientes, obtenemos un total de 800W para el circuito. Utilizaremos la misma fórmula empleada en los cálculos

anteriores, que nos proporciona una solución eficiente y precisa:

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V}$$

$$I(A) = \frac{2000W}{120V}$$

$$I(A) = 16.6A$$

En este caso, a pesar de haber utilizado la potencia máxima permitida, nos encontramos con una corriente total relativamente baja que puede ser fácilmente protegida con un interruptor termomagnético de 20A. Sin embargo, siguiendo las directrices de la NEC y las normas internacionales, seleccionaremos una protección de 32A. Esto se debe a la consideración de futuras expansiones donde podrían añadirse más tomacorrientes o utilizarse regletas y cortapicos durante eventos, lo cual incrementa la carga total sobre el circuito. La selección de un interruptor termomagnético de 32A asegura que el circuito esté adecuadamente protegido contra sobrecargas y cumple con los estándares de seguridad requeridos.

Esta decisión también toma en cuenta la capacidad adicional para soportar variaciones temporales en la demanda de energía durante eventos especiales, garantizando así la fiabilidad y la seguridad del suministro eléctrico en el coliseo.



Figura 31 Interruptor termomagnético Schneider de 32A

FUENTE: Interruptor termomagnético con tipo de curva C. Tomado de www.schneiderelectric.com (2024)

En la figura 32 se presenta el dispositivo de protección seleccionado para este caso, un modelo de la marca Schneider que cumple con las especificaciones detalladas en la tabla 13. Este interruptor térmico comparte características físicas similares a las del modelo de 20A, diferenciándose principalmente en las capacidades de protección interna. Es

importante destacar que estos dispositivos están alineados con las normativas de la IEC, un organismo internacional reconocido por establecer estándares en el ámbito eléctrico. Este dispositivo garantiza una protección efectiva contra sobrecargas y cortocircuitos dentro del sistema eléctrico del coliseo, asegurando así un funcionamiento seguro y confiable conforme a las normativas internacionales establecidas por la IEC.

Tabla 14 Detalles técnicos de la protección para tomacorrientes

Interruptor enchufable QOvs 1P 32A 10kA Curva C 120VCA	
Aplicación del Dispositivo	Distribución Eléctrica Residencial y Comercial
Gama	Square D
Nombre del Producto	QOvs RCBO
Tipo de Producto o Componente	Interruptor automático en miniatura
Número de Polos	1P
Número de polos protegidos	1
Corriente nominal (In)	32 A
Tipo de red	AC
Código de curva	C
Poder de corte	6000 A Icn en 240 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1

FUENTE: breaker termomagnético con tipo de curva C. Tomado de www.schneiderelectric.com (2024)

Todos estos dispositivos serán cambiados en caso de ser necesario y se añadirán nuevos espacios dentro de la caja térmica en caso de que así se requiera.

3.6. Puesta a tierra.

Como se mencionó en la investigación previa a este apartado, la puesta a tierra es fundamental para la protección de todos los elementos que conforman la instalación eléctrica dentro del complejo deportivo ubicado en la parroquia 11 de noviembre.

En este apartado, se calculará y dimensionar la cantidad de varillas necesarias, así como su grosor y longitud. Además, se consultarán las tablas oficiales para obtener los datos del suelo, como su resistividad, y el valor correspondiente para este cálculo. También se seleccionará el calibre del conductor que se utilizará para esta conexión a tierra. Todo esto se realizará de acuerdo con las normativas establecidas por la NEC, que proporciona una guía nacional estandarizada para la instalación de este tipo de conexiones.

Según las normas establecidas, se deben considerar varios detalles importantes para el cálculo e instalación de la puesta a tierra. En el coliseo, la mayor parte de la construcción es metálica, por lo que es crucial realizar una conexión de cada una de las columnas directamente al circuito de tierra, que se ubicará en el centro de carga o caja de breakers. Además, se instalarán cables independientes para la conexión a tierra de cada tomacorriente y de todas las estructuras metálicas adicionales, asegurando una protección completa y eficaz para la instalación eléctrica del complejo deportivo.

En este caso, usaremos una varilla de cobre de 2 metros de longitud (L) y 16 mm (d) de diámetro, ya que son las más comunes en el comercio ecuatoriano. Estos valores se utilizarán como punto de partida para el cálculo y selección de los elementos necesarios para la instalación de la puesta a tierra. A continuación, se detallará el cálculo necesario para determinar la resistencia de la varilla y evaluar si cumple con los requisitos de las normativas NEC.

Tabla 15 Resistividad de varios suelos

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50 a 100
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silícea	200 a 3000
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Granito y Gres procedentes de	1,500 a 10,000
Alteraciones	5,000 a 15,000
Roca Ígnea	

Fuente de consulta: Prof. Henryk Markiewicz & Dr Antoni Klajn, 2003

El valor de resistividad que se usará es de 100 ohmios por metro, debido a que, en Sangolquí el suelo es de turba húmeda por la gran acumulación de humedad ya que el sector presenta precipitaciones constantes, como se puede ver en la tabla 14.

También se asumirán valores estándar para ciertos parámetros. La impedancia (Z) se tomará como 1 ohmio, lo cual es común y adecuado para un sistema de este tipo. El voltaje de suministro será de 220V, que es proporcionado por la EEQ al medidor. El tiempo de duración de la falla se considerará como 1 segundo. Estos valores se utilizarán en los cálculos posteriores para dimensionar adecuadamente el sistema de puesta a tierra y garantizar su eficiencia y seguridad.

Resistividad del suelo (ρ) = 100 ohmios-metros

Longitud de la varilla (L) = 2 metros

Diámetro de la varilla (d) = 0.016 metros (16 mm)

Voltaje del sistema (V) = 220 voltios

Impedancia del sistema (Z) = 1 ohmio

Duración de la falla (t) = 1 segundo

3.6.1. Cálculo de resistencia de varilla de tierra.

Utilizaremos la fórmula de Dwight establecidas en (IEEE, 2013) para varillas verticales que son las más comunes y de fácil instalación en el suelo.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right]$$

Donde:

R = resistencia de la varilla de tierra (ohmios)

ρ = resistividad del suelo (ohmios-metros)

L = longitud de la varilla (metros)

d = diámetro de la varilla (metros)

Cálculo:

$$R = \frac{100}{2\pi \cdot 2} \left[\ln \left(\frac{8 \cdot 2}{0.016} \right) - 1 \right]$$

$$R = 18.1 \text{ ohmios}$$

3.6.2. Cálculo de número de varillas necesarias.

Con este dato podemos calcular la cantidad de varillas que serán necesarias para la protección del sistema eléctrico. Según la investigación, en la normativa de (NTE INEN 2266:2015): establece que la resistencia de puesta a tierra debe ser menor a 10 ohmios para sistemas de baja tensión. Debido a que nuestro sistema supera este valor, realizaremos el cálculo usando los datos anteriormente calculados para la siguiente

fórmula, en la fórmula usaremos el valor de 9 ohmios para mantenernos por debajo del límite permitido.

$$N = \frac{R}{R_t}$$

Donde:

R_t = resistencia total del sistema de puesta a tierra (ohmios)

R = resistencia de una varilla (ohmios)

N = número de varilla

$$N = \frac{18.1}{9}$$

$$N = 2$$

En este cálculo, determinamos que N representa la cantidad mínima de varillas necesarias para cumplir con los requisitos de nuestra instalación. Esto garantiza un funcionamiento adecuado y proporciona la seguridad necesaria para nuestro sistema eléctrico.

3.6.3. Corriente de falla.

Con el cálculo de la corriente de falla se determinará la corriente máxima de falla que el sistema debe soportar para lo que usaremos la siguiente fórmula mostrada en (IEEE, 1993) y realizaremos el cálculo pertinente.

$$I_f = \frac{V}{Z}$$

Donde:

I_f = corriente de falla (amperios)

V = voltaje del sistema (voltios)

Z = impedancia del sistema (ohmios)

Cálculo:

$$I_f = \frac{220}{1}$$

$$I_f = 220 \text{ Amperios}$$

3.6.4. Tamaño del conductor de tierra.

El cálculo del tamaño del conductor está basado en la corriente de falla y la duración de la falla para lo que usaremos la siguiente formula, también mostrados en (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) :

$$A = \frac{If}{k\sqrt{t}}$$

Donde:

A= área del conductor (mm²)

I= corriente de falla (amperios)

k= constante que depende del material del conductor (para cobre, k=226)

t= duración de la falla (segundos)

Cálculo:

$$A = \frac{220}{226\sqrt{1}}$$

$$A = 0.973mm^2$$

Con este cálculo se selecciona el cable sólido de calibre 18 AWG ya que tiene la sección transversal más cercana a la calculada, estos datos se los pueden ver de mejor manera en la tabla 15.

Tabla 16 Características físicas de conductores sólidos y flexibles

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox (mm)	Peso total Aprox. (kg/ km)	*Capacidad de Corriente [A]
CALIBRE (AWG)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos					
20	0,519	1	0,38	0,1	1,77	7,20
18	0,823	1	0,38	0,1	1,98	10,35	6
18	0,823	12	0,38	0,1	2,16	10,91	6
16	1,31	1	0,38	0,1	2,25	15,26	8
16	1,31	19	0,38	0,1	2,46	15,94	8

Fuente de consulta: Datos técnicos de los conductores. www.electrocables.com (2024)

3.7. Cálculo de calibre de conductor para acometida.

Con todos los cálculos realizados y el conocimiento detallado de la cantidad de luminarias y tomacorrientes dentro del coliseo, podemos determinar la potencia máxima requerida para el recinto. A partir de esta información, procederemos a calcular el calibre del conductor necesario. Este cálculo se llevará a cabo siguiendo las normativas establecidas por la NEC, utilizando las tablas correspondientes para asegurar una correcta selección del conductor que garantice un funcionamiento seguro y eficiente del sistema eléctrico.

En primer lugar, calcularemos la corriente máxima esperada usando la siguiente formula, (IEEE, 2011):

$$I = \frac{P}{V * FP}$$

Donde:

- P es la potencia total (en watts).
- V es el voltaje del sistema.
- FP es el factor de potencia.

En el caso de la potencia se sumarán todas las potencias máximas establecidas anteriormente para el cálculo de las protecciones, considerando la situación de consumo más alta en este caso tenemos que la potencia total de las luminarias es de 1600W por cada circuito y en este caso eso 4 circuitos dando un total de 6400W.

Para la potencia de los tomacorrientes tenemos un total de 2000W.

Y para la potencia de las luminarias de las zonas de uso múltiple el valor es de 96W.

$$6400 + 2000 + 96 = 8496 W$$

Todo esto funcionando con un voltaje en la acometida de 120V en cada fase de la acometida.

Para el factor de potencia se usará un valor de 0.9 debido a que en instalaciones eléctricas, un FP de 0.9 es comúnmente utilizado porque muchos sistemas eléctricos y equipos operan cerca de este valor.

Reemplazando estos valores en la fórmula anterior, tenemos:

$$I = \frac{8496}{120 * 0.9}$$

$$I = 78.66 A$$

Siguiendo las normas de la NEC en la que menciona que la caída de tensión debe estar entre el 3% y 5% usaremos este valor para calcular la caída permitida por nuestro sistema eléctrico para el uso posterior en siguientes cálculos, usaremos el 3%.

$$\Delta V = 0.03 * 240V$$

$$\Delta V = 7.2 V$$

Usaremos la fórmula mostrada en la (IEEE, 2014) que ya habíamos utilizado anteriormente para el cálculo del área transversal del conductor:

$$A = \frac{2 * I * L * Rc}{\Delta V}$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión permitida.
- I es la corriente máxima esperada.
- L es la longitud del conductor en metros.
- Rc es la resistencia del conductor por unidad de longitud.
- A es la sección transversal del conductor.

$$A = \frac{2 * 78.66 * 20 * 0.0175}{7.2}$$

$$A = 7.64mm^2$$

Con el valor calculado de la corriente, se consulta la Tabla 12 tomada de www.electrocables.com y mostrada a continuación. En esta tabla, se puede observar que el conductor más adecuado para este caso es un cable flexible de calibre #8. Sin embargo, en nuestro caso, se dispondrá de un cable flexible de calibre #6, el cual satisface ampliamente la demanda requerida por el sistema eléctrico a implementar en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre, en la ciudad de Cotopaxi. Este conductor garantiza un margen adicional de seguridad y eficiencia para la distribución de la carga eléctrica.

Tabla 17 Características físicas de conductores sólidos y flexibles, se muestra el más aproximado según su área.

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total Aprox. (kg / km)	*Capacidad de Corriente (A)
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos					
FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO							
14	2,08	1	0,38	0,10	2,59	22,56	25
12	3,31	1	0,38	0,10	3,01	34,32	30
10	5,261	1	0,51	0,10	3,81	54,74	40
8	8,367	1	0,76	0,13	5,04	89,55	55
8	8,367	7	0,76	0,13	5,48	94,93	55
6	13,3	7	0,76	0,13	6,44	144,57	75
4	21,15	7	1,02	0,15	8,22	231,68	95
FORMACIÓN UNILAY							
14	2,08	19	0,38	0,1	2,76	23,58	25
12	3,31	19	0,38	0,1	3,26	35,93	30
10	5,261	19	0,51	0,1	4,11	57,28	40
8	8,367	19	0,76	0,13	5,40	93,62	55
6	13,3	19	0,76	0,13	6,34	142,58	75
4	21,15	19	1,02	0,15	8,09	228,51	95
2	33,62	19	1,02	0,15	9,59	350,90	130
1	42,4	19	1,27	0,18	11,04	448,66	150
1/0	53,49	19	1,27	0,18	12,05	560,77	170
2/0	67,44	19	1,27	0,18	13,17	697,21	195
3/0	85,02	19	1,27	0,18	14,43	868,29	225
4/0	107,2	19	1,27	0,18	15,85	1083,04	260

Fuente de consulta: Datos técnicos de los conductores. www.electrocables.com (2024)

3.7. Implementación.

Con los cálculos realizados y las elecciones de los elementos para los reemplazos y nuevos dispositivos, procederemos con la implementación siguiendo el orden en el que se plantearon los problemas al inicio del capítulo. Ejecutaremos, paso a paso, el listado de las acciones necesarias para resolver cada uno de los problemas identificados.

3.7.1. Reemplazo de luminarias defectuosas e instalación de nuevas.

Una vez identificadas las luminarias defectuosas se sustituyeron por luminarias del mismo tipo y misma potencia, es decir se mantuvieron las carcacas y los focos incandescentes de 400W de la marca Justin de boquilla E40 como se puede ver en la figura 33.



Figura 32 Foco incandescente de 400W para boquilla E40.

Fuente: Imagen del autor

También se reemplazaron los reflectores LED defectuosos por otros de similares características, como se puede observar en la figura 34, la cual muestra las especificaciones de estos nuevos reflectores. Estos dispositivos, de la marca Sylvania, tienen una potencia de 200W. La elección de estos reflectores se basa en sus características de aislamiento contra el polvo y capacidad de disipación de calor, lo que garantiza su funcionamiento continuo sin riesgo de recalentamiento.



Figura 33 Reflector Sylvania de 200W IP65

Fuente: Imagen del autor

En la figura 37, se puede observar la nueva distribución en un plano 2D realizado con el software Dialux. En esta ocasión, se ve que la distribución lumínica es mucho más uniforme y abarca todo el campo deportivo utilizado por los atletas. Esta mejora también beneficia a los espectadores, proporcionando una mejor visión del campo tanto desde el graderío como desde la tarima. La tarima tiene un punto especial de medición, en este casi se sumo un metro adicional para la simulación debido a que la tarima se encuentra a 1.5m de altura, la altura para la medición fue de 2.5m desde el nivel de la cancha.

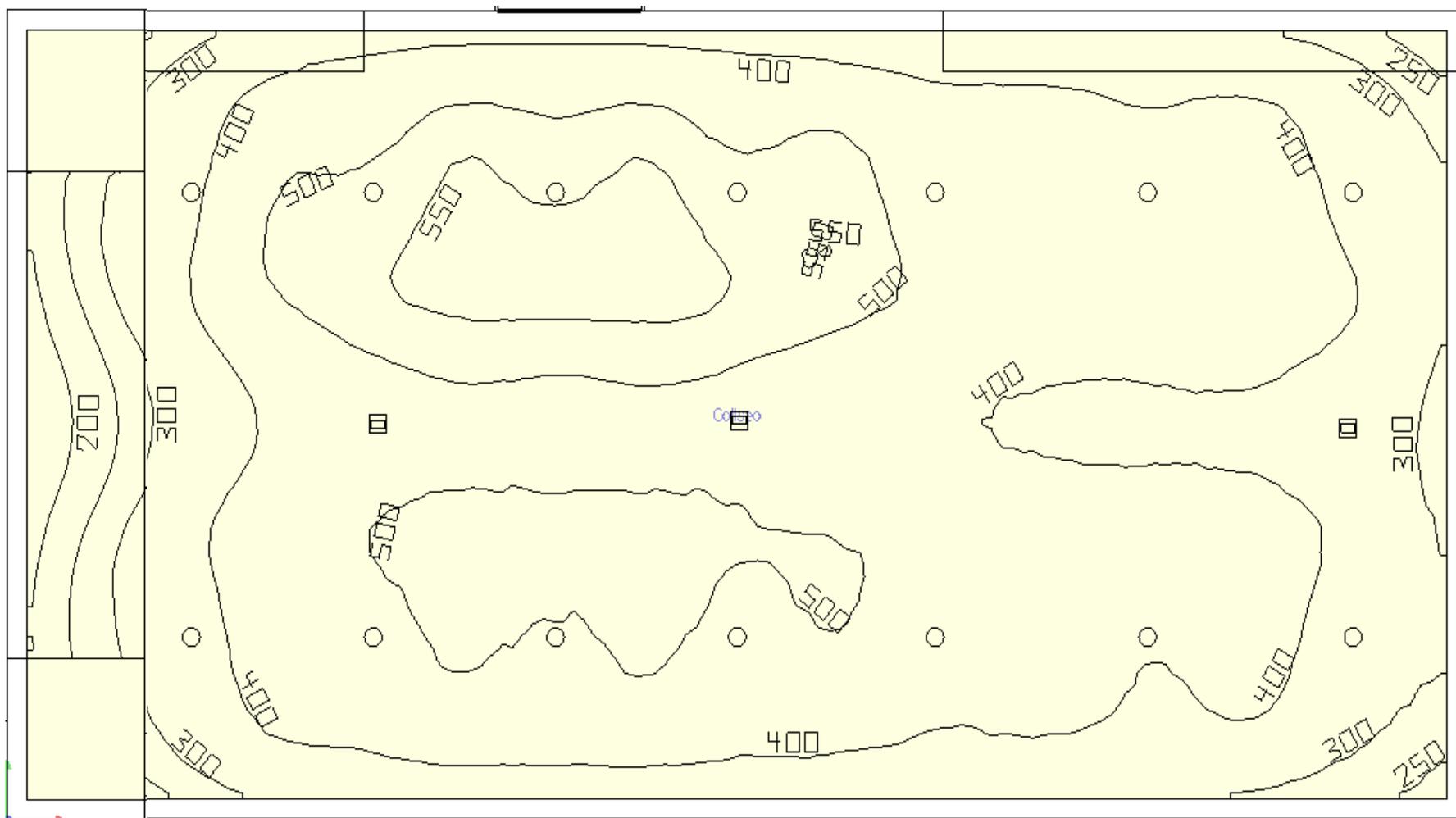


Figura 34 Plano 2D de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo

Fuente: Imagen del autor

En la figura 37, que se muestra a continuación, se puede observar con mayor detalle la iluminación que ofrece esta nueva distribución de luminarias. Tanto el graderío como la tarima presentan una mejor visibilidad, beneficiando a los espectadores y deportistas durante eventos deportivos, así como en eventos públicos o privados. Esta mejora garantiza una iluminación más homogénea y adecuada para diversas actividades, cumpliendo con los estándares y normativas vigentes.

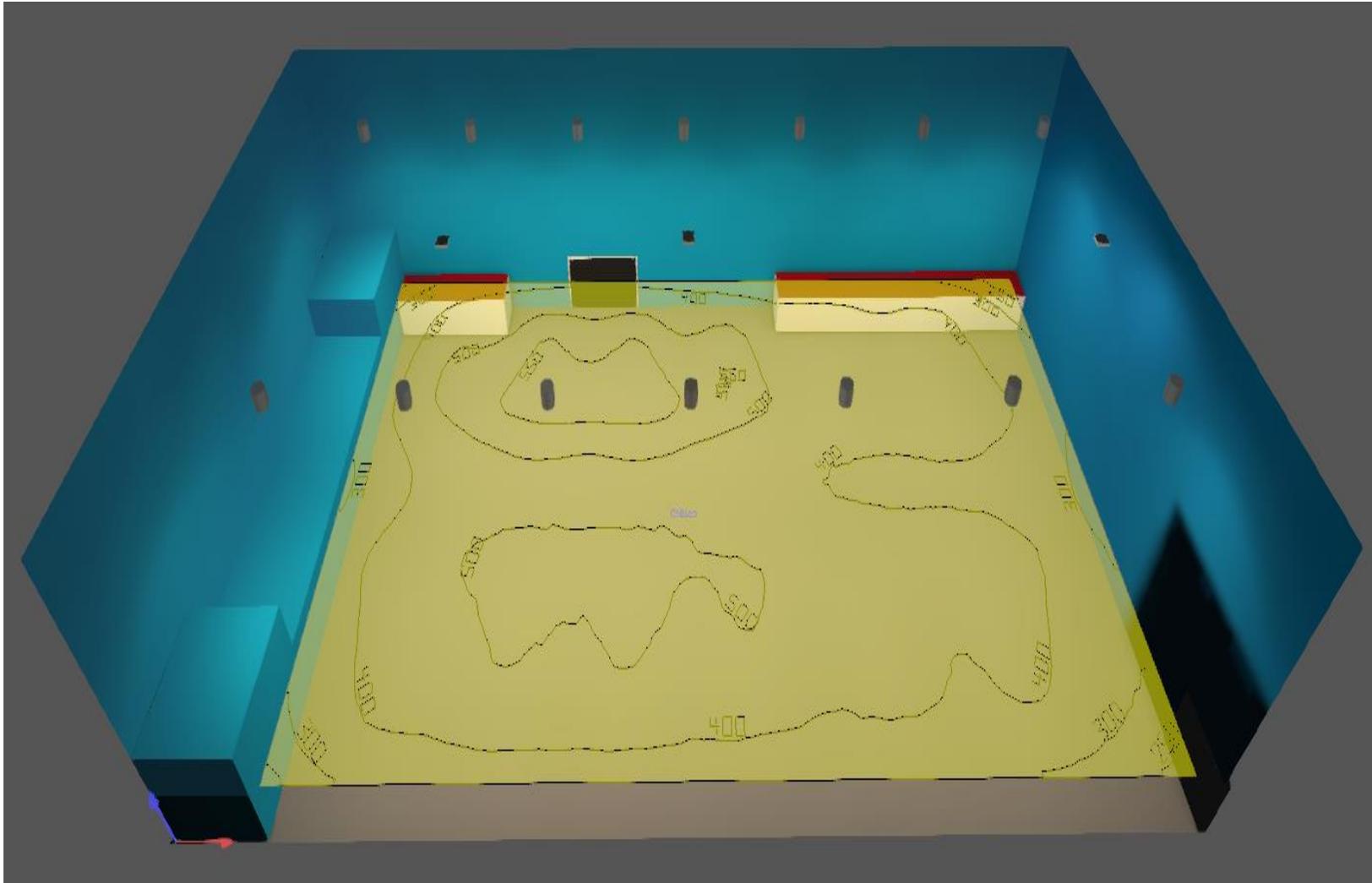


Figura 35 Plano 3D de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo

Fuente: Imagen del autor

Con estos cambios y la implantación e instalación de las nuevas luminarias se procedió a hacer los cálculos pertinentes dentro del software en cual mostró los datos mostrados en la figura 39. Aquí podemos ver que claramente estamos dentro de las normas ya que el promedio es de 437 lux y el valor máximo es de 588 lux.

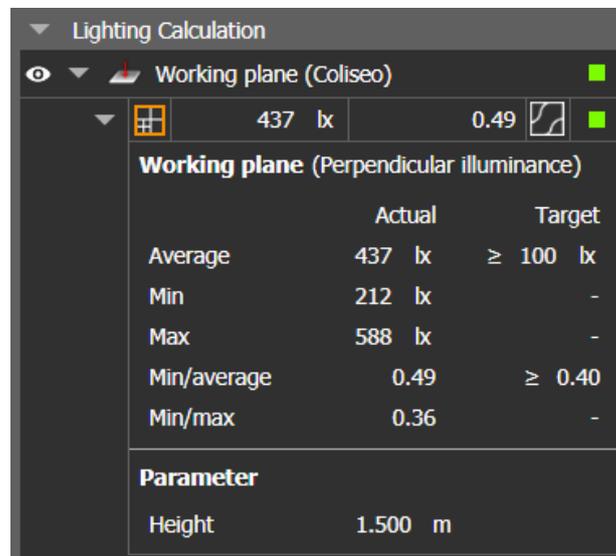


Figura 36 Cálculo de iluminación de la nueva distribución lumínica dentro del coliseo

Fuente: Imagen del autor

Cabe mencionar que esta distribución lumínica se realizó pensando no solo en el área deportiva sino también en la tarima; pues, consideramos que es un punto importante a destacar dentro de este proyecto. La tarima es un área crucial para eventos y presentaciones, y una iluminación adecuada es esencial para su funcionalidad y atractivo visual. Por lo tanto, se ha puesto un especial énfasis en garantizar que esta zona cuente con la iluminación óptima para cumplir con los requisitos tanto de deportistas como de espectadores.

3.7.2. Rediseño de la distribución lumínica.

Después de las mediciones realizadas, se llevó a cabo un estudio para determinar los lugares y la cantidad de iluminación requerida en el coliseo. Para esto, se desarrolló una nueva distribución de las luminarias dentro del coliseo y se realizó un nuevo plano eléctrico, figura 35, donde se puede observar esta nueva configuración lumínica.

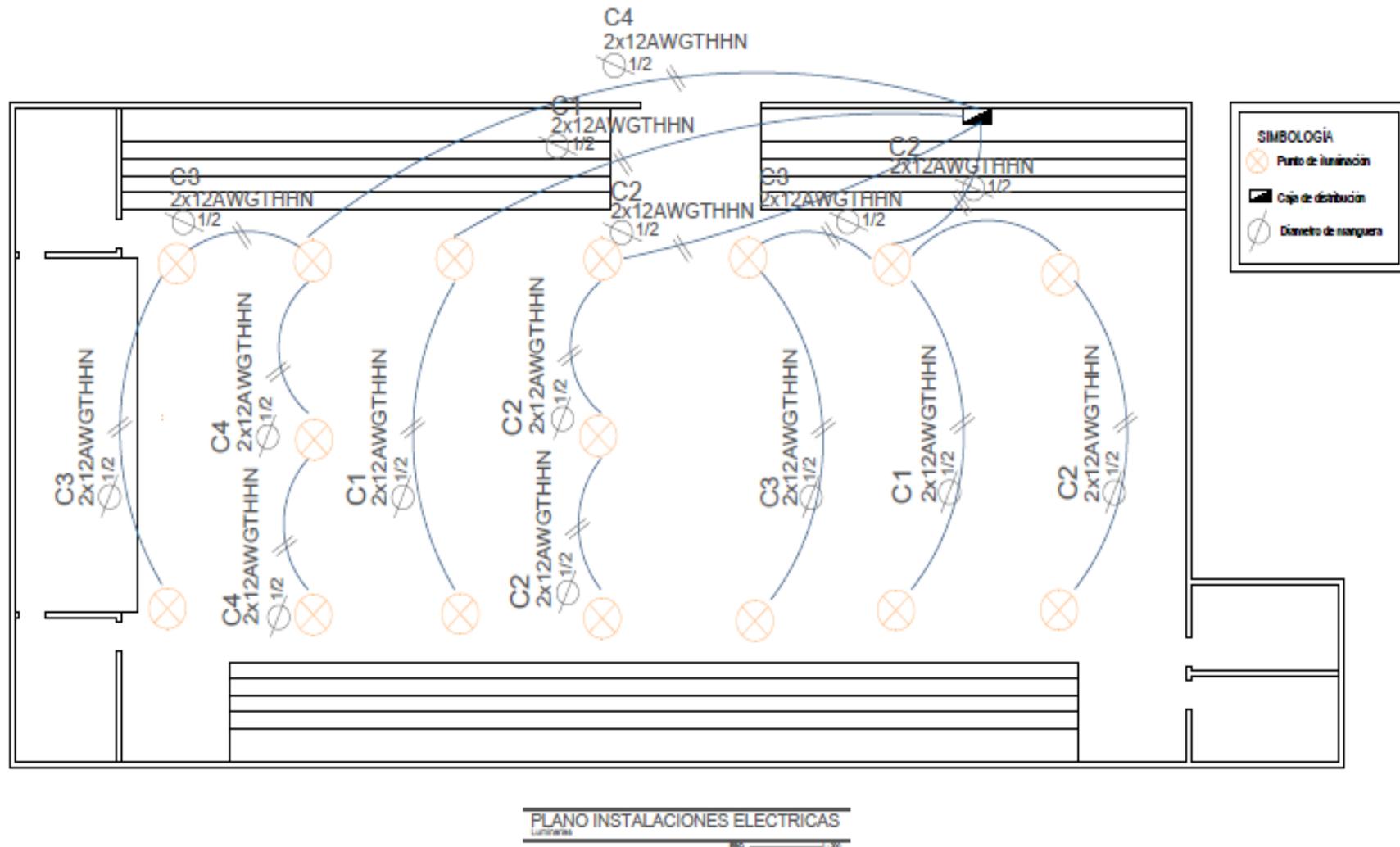


Figura 37 Plano eléctrico con la nueva distribución de luminarias en el coliseo 11 de noviembre

Fuente: Imagen del autor

Para la instalación de las luminarias se armaron andamios debido a la gran altura a la que se encontraban las luminarias, en la figura 36 se puede observar dicha instalación.



Figura 38 Instalación de nuevas luminarias en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

3.7.3 Canalización

Para la selección del tipo de canalización para los cables de las luminarias, hay parámetros que deben ser considerados como son el calibre del conductor y el número de cables que pasan para realizar el cableado; para determinar esto se toma como referencia la Tabla 17 misma que se puede ver en la (NEC, 2018).

Tabla 18 Características físicas de conductores sólidos y flexibles

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	Número máximo de conductores						
		0.824 mm ² (18 AWG)	1.31 mm ² (15 AWG)	2.08 mm ² (14 AWG)	3.3 mm ² (12 AWG)	5.264 mm ² (10 AWG)	8.37 mm ² (8 AWG)	13.3 mm ² (6 AWG)
10.2 x 3.2 redonda u octogonal	205	8	7	6	6	5	4	2
10.2 x 3.8 redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10.2 x 5.4 redonda u octogonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 3.2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 3.8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 5.4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11.9 x 3.2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5

Para el presente proyecto se usó la canalización señalada de 10.2 x 3.2 cm ya que solo pasaran por esta 3 conductores calibre #12 AWG, fase, neutro y tierra, aun así hay suficiente espacio para más cables de ser necesario.

En el caso de los demás elementos necesarios para la instalación se usó los vistos en la tabla 18.

Tabla 19 Elementos para el circuito de iluminación.

IMAGEN	NOMBRE
	Manguera corrugada de ½ pulgada



3.7.4 Instalación de tomacorrientes

En la Figura 40 se presenta el nuevo plano eléctrico de los tomacorrientes, indicando las posiciones específicas donde se ubicarán. En los vestidores, aunque ya existía la tubería y el cajetín metálico empotrado para la instalación de dos tomacorrientes, estos no se habían instalado previamente, y no se disponía ni del cableado ni de los elementos necesarios para su implementación. Por ello, se adquirieron todos los equipos necesarios para completar dicha instalación.

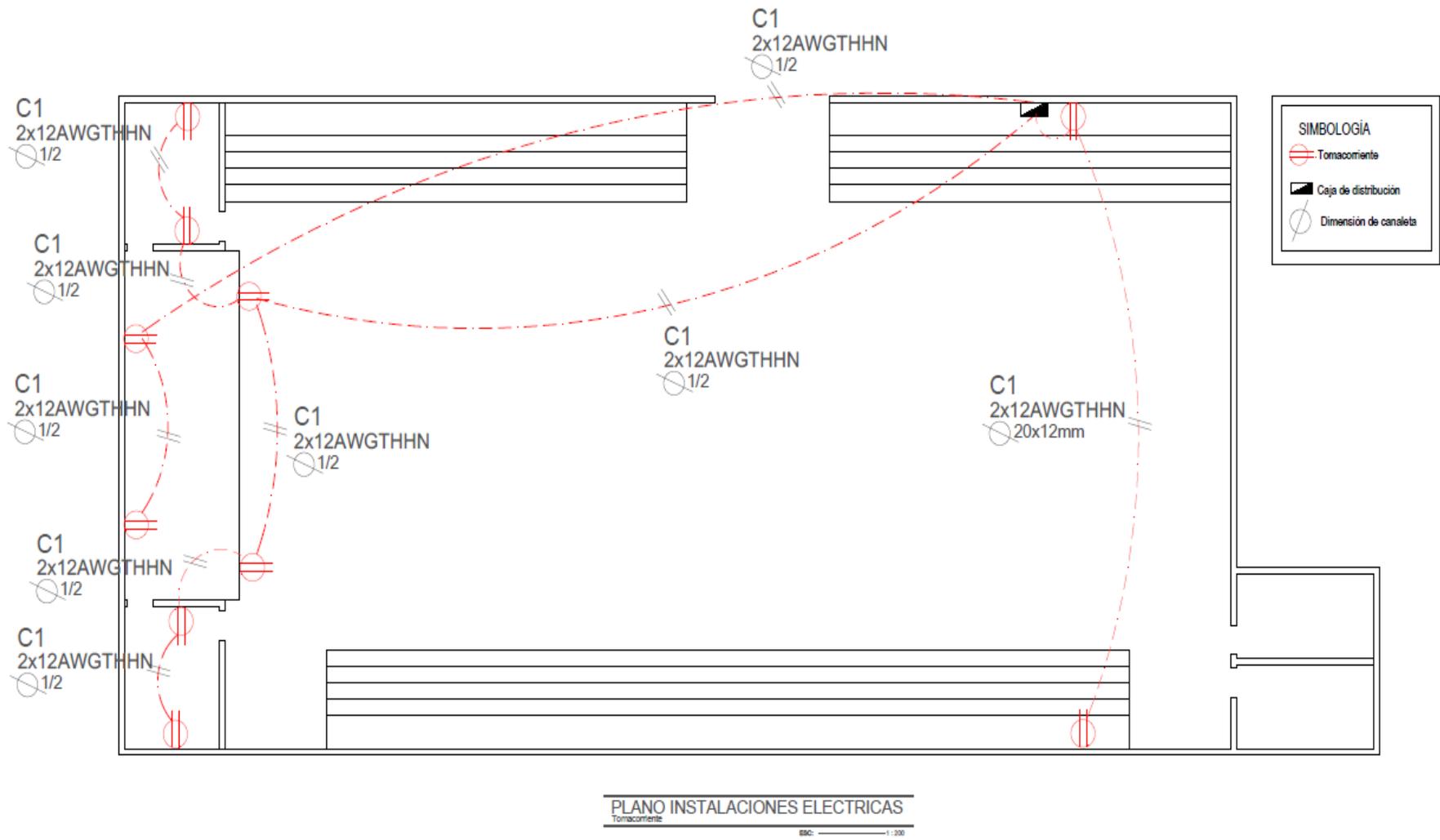


Figura 39 Plano eléctrico de tomacorrientes del coliseo

Fuente: Imagen del autor

En la Tabla 19 se detallan los elementos utilizados tanto para la instalación de los nuevos tomacorrientes como para completar los faltantes en los vestidores. Estos incluyen cables, tomacorrientes, cajas plásticas sobrepuestas, y otros accesorios esenciales para asegurar una correcta y segura instalación eléctrica.

Tabla 20 Elementos para la instalación de los nuevos tomacorrientes

IMAGEN	NOMBRE
	Canaleta Dexson 20 x 12 mm
	Cajetin marca Dexon Estándar de 40mm de profundidad

Con estos materiales y teniendo a disposición el plano electro para estos dispositivos se procede a la instalación de los nuevos tomacorrientes con materiales superpuestos para evitar romper las paredes del coliseo, como se muestra en la figura 41.



Figura 40 Instalación de nuevos tomacorrientes en el coliseo

Fuente: Imagen del autor

3.7.3. Instalación de la puesta a tierra.

Una vez realizados los cálculos y seleccionados todos los componentes y materiales necesarios para la puesta a tierra, procedimos a la adquisición de dichos elementos. Gracias a esto, pudimos llevar a cabo la instalación del sistema de puesta a tierra en el exterior del coliseo, utilizando las dos varillas y el cable de calibre previamente especificado.

Como se muestra en la figura 42, las varillas fueron enterradas a una profundidad de 2 metros, asegurando así la protección requerida para todas nuestras instalaciones eléctricas dentro del coliseo. Además, se dejó un espacio adecuado para facilitar el mantenimiento periódico de esta instalación. Esta disposición garantiza no solo la seguridad de las instalaciones, sino también su operatividad a largo plazo, cumpliendo con las normativas vigentes y proporcionando una solución robusta y eficiente para la protección contra fallas eléctricas.



Figura 41 Instalación de tierra

Fuente: Imagen del autor

3.7.4. Reubicación de la caja térmica.

Este es uno de los pasos cruciales dentro de nuestro proyecto, dado que desde la caja térmica se controla la suministración de voltaje para todo el complejo. La ubicación se determinó fijando la caja térmica con tornillos a la pared adyacente al sitio original de instalación.

En la figura 43, se puede observar el antes y la disposición final de este elemento dentro del coliseo, ofreciendo así mayor seguridad y comodidad para la manipulación. Además, la nueva ubicación contribuye a una mejor estética general del recinto. Esta disposición garantiza que el control y mantenimiento del sistema eléctrico sean más accesibles y seguros, optimizando la funcionalidad del complejo deportivo.



Figura 42 Antes y después de la posición de la caja térmica respectivamente.

Fuente: Imagen del autor

3.7.5. Protección de cables vistos.

Como se trata de elementos tan importantes, se decidió protegerlos utilizando canaletas blancas con adhesivo en la parte posterior, estas canaletas se las instaló en la parte superior de los vestidores. Como se muestra en la figura 44, los cables ya no están visibles, lo cual proporciona una ventaja significativa en términos de seguridad para las personas que circulan por el lugar. Además, esta medida mejora notablemente la estética del complejo, evitando la apariencia de descuido y falta de mantenimiento. La instalación de canaletas elevadas no solo oculta los cables de manera efectiva, sino que también ayuda a mantenerlos protegidos contra daños mecánicos y ambientales, asegurando así un funcionamiento seguro y prolongado de las instalaciones eléctricas en los vestidores del coliseo.



Figura 43 Protección de cableado en vestidores.

Fuente: Imagen del autor

De manera similar, se procedió a ocultar los cables que estaban colgados en las vigas del coliseo y que alimentaban a las luminarias. Para proteger estos cables, se utilizó manguera corrugada de 1/2 pulgada, como se puede observar en la figura 45. Estas mangueras se fijaron cuidadosamente a las vigas para asegurar que no sean visibles y para prevenir cualquier movimiento debido a factores ambientales como el viento o la presencia de animales como palomas u otros pájaros.

Esta medida no solo mejora la estética del coliseo al mantener los cables ocultos y protegidos, sino que también contribuye a la seguridad de las instalaciones eléctricas al reducir el riesgo de daños externos que podrían afectar el funcionamiento de las luminarias.



Figura 44 Protección de cableado en las vigas del coliseo.*Fuente: Imagen del autor*

3.7.6. Cambio de elementos defectuosos.

Para este apartado hizo falta hacer la adquisición de algunos elementos los cuales hacían falta, entre estos tenemos:

- 4 focos LED de 9W de la marca Sylvania que serán utilizados para los baños y vestidores.
- 2 focos Led de 20W de la marca Sylvania que serán instalados al exterior del complejo deportivo.
- 2 interruptores simples de marca veto basic
- 4 tomacorrientes de 120V de la marca Cooper con sus respectivas protecciones, destinados a la tarima del coliseo.
- 2 boquillas de cerámicas sin marca las cuales serán añadidas dentro de los baños y de uno de los vestidores, en los que hacían falta.

Estos son los artículos adquiridos para la reparación de las determinadas zonas de uso múltiple. Como se puede observar en la figura 46, las luminarias instaladas proporcionan una luz agradable y adecuada tanto como para los vestidores así como para los baños del coliseo.



Figura 45 Instalación de focos, interruptores adquiridos para los vestidores y baños.

Fuente: Imagen del autor

En la figura 47 observamos los tomacorrientes ya instalados en sus posiciones determinadas sobre y bajo la tarima. Estos elementos también ayudan a la estética del

lugar y proporcionan una toma segura de voltaje para los eventos públicos o privados que se realicen en el coliseo.

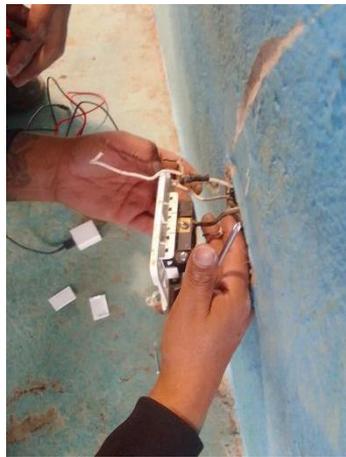


Figura 46 Tomacorrientes instalados en la tarima

Fuente: Imagen del autor

Durante el proyecto nos dimos cuenta que algunos elementos como las boquillas para los focos fueron sustraídos para lo que adquirimos las boquillas necesarias para su respectiva instalación, en la figura 50 observamos dichas boquillas ya instaladas y listas para su uso.



Figura 47 Boquillas añadidas o reemplazadas en los vestuarios.

Fuente: Imagen del autor

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Se realizaron pruebas específicas y dirigidas a las necesidades y modificaciones efectuadas en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre. Estas pruebas verifican el correcto funcionamiento de cada uno de los puntos mencionados en los capítulos iniciales, donde se implementaron reformas y nuevos servicios dentro del sistema eléctrico del coliseo, como el aumento de luminarias y la puesta a tierra. Las pruebas también ayudarán a garantizar un correcto funcionamiento a futuro y a establecer un plan de mantenimiento adecuado para cada uno de los puntos corregidos dentro del proyecto.

En este capítulo, se presentarán los resultados obtenidos a partir de los cambios realizados, tanto en términos de consumo energético como de cumplimiento normativo. El objetivo es entregar un proyecto sostenible, fácil de mantener y que satisfaga las necesidades de la comunidad y los usuarios del coliseo. Se analizarán los puntos que pueden ser mejorados y se identificarán posibles debilidades en el proyecto, que debido a la falta de recursos no pudieron ser abordadas completamente, ya sea en aspectos de infraestructura, logística o permisos burocráticos. Además, se detallarán los beneficios obtenidos, así como las estrategias implementadas para asegurar la longevidad y eficiencia del sistema eléctrico del coliseo.

4.1. Pruebas en luminarias principales del coliseo.

Para este apartado se realizaron diversas pruebas, tanto de funcionalidad como de consumo. A continuación, se detallarán los resultados de cada una de ellas, comenzando con la figura 49, que muestra el valor de voltaje consumido por uno de los circuitos de las luminarias cuando se encuentran en su máxima potencia. Este escenario representa el consumo más alto para este circuito y es crucial para evaluar el rendimiento y la eficiencia energética del sistema de iluminación implementado.



Figura 48 Medición del voltaje con el voltímetro cuando se encuentran encendidas todas las luminarias en uno de los circuitos.

Fuente: Imagen del autor

Las pruebas de consumo se centraron en medir también la corriente en los circuitos del sistema para asegurar que no haya sobrecargas ni fluctuaciones significativas que puedan comprometer la estabilidad del suministro eléctrico, con esto verificamos que el dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos es el adecuado, en la figura 50 tenemos una muestra del consumo de corriente en uno de los circuitos.



Figura 49 Medición del amperímetro de la corriente en uno de los circuitos cuando se encuentran encendidas todas las luminarias en uno de los circuitos.

Fuente: Imagen del autor

En la Tabla 20 se presenta el listado de los valores obtenidos al medir con el amperímetro cada uno de los circuitos de la iluminación principal del coliseo. Estos datos confirman que el dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos fue correcto, garantizando la protección adecuada de los circuitos y evitando problemas de recalentamiento de los conductores en caso de sobrecarga.

Tabla 21 Valores de corriente medidos con el amperímetro en los circuitos de iluminación principal

	VIGAS	Voltaje de Red Eléctrica (V)	Corriente Medida (A)
CIRCUITO 1	Viga 3	240	10,93
	Viga 6	240	
CIRCUITO 2	Viga 4	240	10,73
	Viga 7	240	
CIRCUITO 3	Viga 1	240	10,81
	Viga 5	240	
CIRCUITO 4	Viga 2	240	10,78

Fuente: Realizado por el autor

En las pruebas de funcionalidad, utilizando los valores medidos con el voltímetro, se verificó que todas las luminarias instaladas operan correctamente y cumplen con las normativas de iluminación exigidas para instalaciones deportivas. Es fundamental que la caída de tensión no supere el 3% respecto al voltaje de alimentación. En la Tabla 21, se presentan los valores calculados y los valores medidos con el instrumento, incluyendo todos los datos obtenidos con el voltímetro.

Tabla 22 Caídas de tensión calculadas vs caídas de tensión medidas con el voltímetro en cada uno de los circuitos de la iluminación principal del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

	VIGAS	Voltaje de Red Eléctrica (V)	Voltaje Medido (V)	Voltaje Calculado (V)
CIRCUITO 1	Viga 3	240	233,3	238,34
	Viga 6	240	232,6	237,09
CIRCUITO 2	Viga 4	240	234,1	237,92
	Viga 7	240	234,2	236,88

CIRCUITO 3	Viga 1	240	233,9	238,96
	Viga 5	240	233,5	237,51
CIRCUITO 4	Viga 2	240	234,3	238,55

Fuente: Autor

4.2. Pruebas en luminarias de zonas de uso múltiple.

Para comprobar el correcto funcionamiento e iluminación de los elementos reemplazados, así como la verificación de que el ocultamiento de los cables a nivel del suelo no ha afectado el funcionamiento del circuito, se utilizó un voltímetro. Se midió el voltaje en las boquillas reemplazadas, como se muestra en la Figura 51, para asegurar que la instalación de los interruptores es correcta.



Figura 50 Medición del voltaje con el multímetro en luminaria al interior de los vestidores para asegurar la correcta instalación de los interruptores y de las mismas boquillas.

Fuente: Imagen del autor

En esta zona del coliseo también se realizó la medición de la corriente, lo cual nos ayudará a comprobar que el dimensionamiento e implementación de los interruptores termomagnéticos designados para esta área son los correctos. El riesgo en esta zona es bastante bajo, pues solo se controlan nueve luminarias de bajo consumo. Sin embargo, como buena práctica de pruebas, es necesario realizar este paso. La Figura 52 muestra la corriente medida en una de las luminarias del área evaluada, asegurando así la correcta instalación y funcionamiento de los sistemas de protección eléctrica.



Figura 51 Medición de la corriente tomada con el amperímetro en una luminaria al interior de los vestidores para asegurar el correcto dimensionamiento de las protecciones.

Fuente: Imagen del autor

En la Tabla 22, se presenta la comparación entre los valores medidos y los valores calculados para los circuitos encargados de la iluminación en las zonas de uso múltiple, considerando la caída de tensión. Al igual que en los otros puntos, se verificó que los resultados están dentro de los límites establecidos por la normativa. Esta verificación es crucial para garantizar que el sistema funcione de manera eficiente y segura, cumpliendo con las normativas vigentes y asegurando una iluminación adecuada y constante en todas las áreas evaluadas.

Tabla 23 Caídas de tensión de los circuitos de iluminación en zonas de uso múltiple medido con voltímetro vs calculado

	Voltaje de Red Eléctrica	Voltaje Medido (V)	Voltaje Calculado (V)
Vestidor hombres	120	127,4	116,76
Vestidor mujeres	120	120,7	117,22
Baños	120	126,1	117,68
Exterior	120	121,7	118,15

Fuente: Autor

4.3. Pruebas de voltaje en tomacorrientes.

En la Figura 53 se presentan las mediciones de voltaje realizadas en uno de los tomacorrientes del coliseo. Esta prueba se llevó a cabo en cada uno de los tomacorrientes para verificar que el voltaje suministrado es adecuado y cumple con los parámetros establecidos para su correcto funcionamiento. La medición del voltaje en cada punto de conexión garantiza que la distribución de energía es adecuada y que no existen caídas de tensión significativas que puedan afectar el desempeño de los dispositivos conectados. Esta evaluación es crucial para asegurar la fiabilidad y estabilidad de la instalación eléctrica en el coliseo, cumpliendo con las normativas técnicas y estándares de seguridad.



Figura 52 Medición del voltímetro cuando se encuentra activado el circuito de tomacorrientes.

En la Tabla 23 se presentan los voltajes medidos en cada uno de los tomacorrientes ubicados en la tarima del coliseo. Las mediciones se realizaron sin carga, dado que no se contaba con equipos que replicarán el consumo estimado en los cálculos previos. No obstante, los resultados confirman que el circuito cumple con las condiciones mínimas requeridas para su operación, así como con el dimensionamiento adecuado de las protecciones en la caja térmica. Estas mediciones aseguran que el sistema está correctamente configurado para su funcionamiento esperado y cumple con los estándares de seguridad y rendimiento establecidos.

En este caso, es normal que las mediciones varían debido al rango de tolerancia en la red eléctrica, que puede oscilar entre $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$. Estas variaciones también dependen del horario en el que se realice la medición. Durante horarios de bajo consumo, el voltaje medido puede aumentar ligeramente, mientras que en horas pico, el voltaje puede disminuir levemente. A pesar de esto, los valores medidos se encuentran por encima de los esperados sin comprometer la estabilidad y el porcentaje de caída de tensión, mostrados por la normativa.

Tabla 24 Voltajes medidos en cada uno de los tomacorrientes ubicados en la tarima del coliseo de la parroquia 11 de noviembre

#Tomacorriente	Voltaje medido (V)
Toma 1	127,7
Toma 2	127,4
Toma 3	127,6
Toma 4	127,7
Toma 5	126.1
Toma 6	128.1
Toma 7	127.9
Toma 8	125.7
Toma 9	128.3
Toma 10	127.4

Fuente: autor

Para comparar los voltajes medidos con los calculados en relación con las caídas de tensión en cada uno de los puntos evaluados, se presenta la Tabla 24. Esta tabla muestra los valores correspondientes y permite verificar que todos los voltajes se encuentran dentro del porcentaje permitido. Este resultado indica que se ha abordado el problema de manera adecuada y efectiva, cumpliendo con las normativas y garantizando un rendimiento óptimo del sistema eléctrico.

Tabla 25 Tabla de comparación de caídas de voltajes, medidas versus calculadas.

	Voltaje de Red Eléctrica	Voltaje medido (V)	Voltaje Calculado (V)
Toma 1	120	127,7	116,88
Toma 2	120	127,4	117,22
Toma 3	120	127,6	117,68
Toma 4	120	127,7	118,15
Toma 5	120	122.8	116.71
Toma 6	120	125.3	116.78
Toma 7	120	124.7	117.23
Toma 8	120	126.6	115.97
Toma 9	120	124.9	-
Toma 10	120	124.7	-

Fuente: autor

4.4. Pruebas en puesta a tierra.

Para evaluar la puesta a tierra, se examinaron los factores más relevantes: la resistencia proporcionada, la facilidad de mantenimiento y la correcta conexión del sistema. Se verificó que la puesta a tierra cubre todos los elementos del coliseo, incluyendo las luminarias principales, la iluminación de las zonas de uso múltiple y los tomacorrientes. Además, se aseguró que la puesta a tierra funcione como un respaldo seguro, adecuado y eficiente para la caja de distribución que controla todos los circuitos del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Como muestra la figura 54 en la que se puede observar que la instalación permite un acceso conveniente para futuros mantenimientos. La correcta interconexión de todos los componentes garantiza la protección integral del sistema eléctrico y contribuye a la seguridad general del recinto.



Figura 53 Ubicación de la puesta a tierra y acceso a un correcto mantenimiento de la misma.

Fuente: Imagen del autor

Para garantizar un valor de resistividad del suelo que este dentro de los parámetros normativos se realizó un tratamiento con carbón vegetal, sal en grano y arcilla absorbente, estos materiales fueron distribuidos alrededor de las varillas de la puesta a tierra, como muestra la figura 55 (a). Con esto se llevaron a cabo pruebas específicas para confirmar que la resistencia de tierra cumple con los estándares requeridos, como muestra la figura 55 (b) la conexión a tierra es totalmente funcional, mantiene el valor de resistividad por debajo de los 25 Ohms por metro cuadrado con un valor de 20.90 Ohms. La puesta a tierra mantiene las conexiones necesarias dentro del coliseo.



(a)

(b)

Figura 54 Prueba de conexión de las varillas seleccionadas para la puesta a tierra instaladas en el exterior del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

En la Figura 56 se muestra el diagrama de conexión utilizado para la prueba del sistema de puesta a tierra. Para realizar esta prueba, fue necesario preparar un espacio adicional en el suelo, ya que las barras auxiliares de medición debían ubicarse a una distancia de 1 metro de la barra principal de la puesta a tierra del coliseo. Estas dos barras adicionales se posicionaron a ambos lados de la barra principal, formando un triángulo, tal como se ilustra en el diagrama.

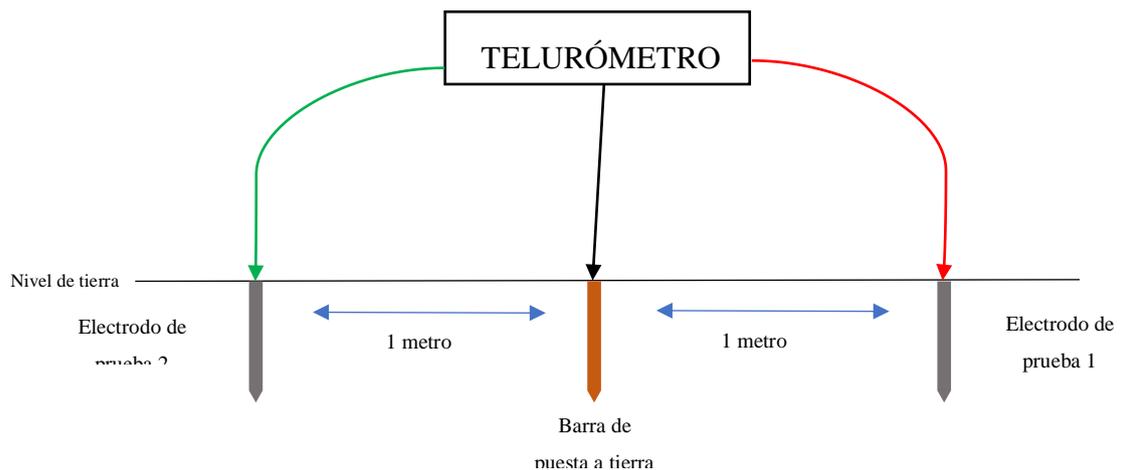


Figura 55 Comparación de luminarias e iluminación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

4.5. Resultados.

4.5.1. Iluminación.

La figura 56 ilustra el resultado final de la implementación y las pruebas realizadas, confirmando que las mediciones obtenidas cumplen con las normativas establecidas en términos de voltaje y corriente. En la figura, se observa que todas las luminarias del coliseo están operativas, lo que demuestra de manera evidente el impacto positivo de las reformas efectuadas. La imagen destaca la mejora significativa en la iluminación del recinto, validando así que tanto las pruebas como las simulaciones fueron ejecutadas de manera precisa y conforme a los estándares técnicos requeridos, mostrando un antes (a) y un después (b).



Figura 56 Comparación de luminarias e iluminación en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

Una vez que todas las luminarias del recinto fueron encendidas, se procedió a medir la luminosidad proporcionada dentro del coliseo en las mismas posiciones que se habían medido antes de la implementación. En la figura 57 se muestran los valores obtenidos en una sola recopilación con varias imágenes estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1 revisada durante el proyecto. Estos resultados garantizan que tanto los deportistas como los espectadores tendrán una visibilidad adecuada y óptima del campo de juego en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.



Figura 57 Recopilación de mediciones de luminosidad final después de encender todas las luminarias dentro del coliseo.

Fuente: Imagen del autor

En la Tabla 25 se presenta una recopilación de mediciones realizadas en los mismos cuadrantes ilustrados en la Figura 15. Esta metodología permite una comparación precisa entre las mediciones iniciales y las posteriores a las mejoras implementadas. De esta manera, se evidencia técnicamente la efectividad y el éxito de los cambios realizados.

Tabla 26 Recopilación de mediciones de iluminación en las 10 áreas marcadas dentro del coliseo

# de Posición	Medición lx
1	320
2	680
3	677
4	462
5	412

6	650
7	422
8	364
9	380
10	346

Fuente: Autor

En la figura 58 se muestra el funcionamiento óptimo de una de las luminarias en las zonas de uso múltiple. Esta observación confirma que todas las modificaciones y mejoras realizadas en las instalaciones eléctricas fueron ejecutadas adecuadamente, empleando elementos de iluminación apropiados para estos sectores críticos del coliseo de la parroquia 11 de noviembre. Este resultado destaca la eficacia de las actualizaciones y su importancia para el éxito general del proyecto.



Figura 58 Iluminación dentro de los vestidores y baños dentro del coliseo después de los cambios, mejoras y pruebas.

Fuente: Imagen del autor

4.5.2. Tomacorrientes nuevos y reemplazados.

Una vez verificados los voltajes en los tomacorrientes, se realizaron pruebas adicionales utilizando un cargador de celular, que ofrece una carga representativa para evaluar el funcionamiento de los tomacorrientes. Aunque sería ideal conectar equipos de mayor consumo, los resultados mostrados en la figura 59 demuestran que los tomacorrientes

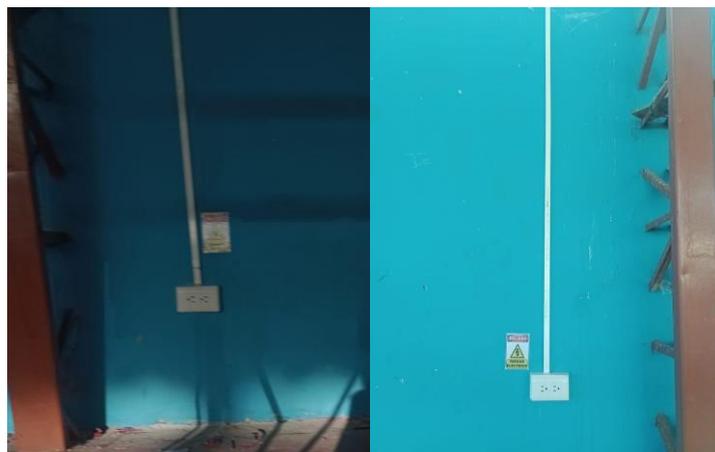
operan adecuadamente. Este test confirma que los tomacorrientes pueden soportar la conexión de equipos que operan a 120V. Además, con el dimensionamiento apropiado de los interruptores termomagnéticos y el respaldo de la puesta a tierra, se garantiza que las instalaciones y el cableado eléctrico están completamente protegidos.



Figura 59 Comprobación del funcionamiento de los tomacorrientes con un aparato sencillo, en este caso un cargador de celular.

Fuente: Imagen del autor

Además de las pruebas mencionadas, en la Figura 60 (a) y (b) se muestra la instalación de los nuevos tomacorrientes en el coliseo. Esta instalación se realizó utilizando materiales que pueden sobreponerse a las paredes, evitando así el daño a la infraestructura del recinto deportivo. Se emplearon materiales que protegen tanto el cableado como los tomacorrientes, manteniendo la estética, señalización y funcionalidad de los mismos.



(a)

(b)

Figura 60 Nuevos tomacorrientes instalados en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre

Fuente: Imagen del autor

Asimismo, se muestran los tomacorrientes que se completaron dentro de los vestidores, haciendo uso de las tuberías y adecuaciones para el mismo. Figura 61.



Figura 61 Tomacorrientes instalados en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre, utilizando instalaciones previamente colocadas en la pared de los vestidores.

Fuente: Imagen del autor

4.5.3. Caja térmica (Caja de distribución).

En el caso de la caja de distribución con los interruptores termomagnéticos, después de la comprobación del correcto funcionamiento de todos los circuitos, se procedió al etiquetado y señalización de advertencias de peligro eléctrico. Esto asegura que la caja sea completamente segura y eficaz para el uso de alimentación e iluminación dentro del coliseo. Los cambios realizados pueden observarse en la Figura 62, donde (a) muestra el estado inicial y (b) el estado final de la caja de distribución.



(a)

(b)

Figura 62 Estado final de la caja térmica.

Fuente: Imagen del autor

4.5.4. Puesta a tierra.

El estado final de la puesta a tierra, tras realizar las mediciones y verificar su correcto funcionamiento, así como asegurar un acceso fácil y oportuno para su mantenimiento, se muestra en la Figura 63.



Figura 63 Estado final de la puesta a tierra en el coliseo 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

4.5.5. Asignación de cargas en el tablero de distribución.

Una vez completados los circuitos, implementaciones y pruebas, se presenta en la Tabla 25 la distribución definitiva de las cargas dentro del tablero de distribución. Esta tabla ilustra la suma de todas las corrientes para lograr un equilibrio óptimo entre las dos fases de la acometida, garantizando así una distribución de carga uniforme y eficiente. Esta configuración asegura que el sistema eléctrico del coliseo opere dentro de los parámetros de seguridad y eficiencia establecidos por las normativas vigentes.

Tabla 27 Valores de corriente medidos con el amperímetro en los circuitos de iluminación principal

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS			
FASE 1 50A		FASE 2 50A	
CIRCUITOS	CORRIENTE (A)	CORRIENTE (A)	CIRCUITOS
Circuito 2 luminarias	10,73	10,93	Circuito 1 luminarias
Tomacorrientes	16,2	10,81	Circuito 3 luminarias
Baños	3,65	10,78	Circuito 4 luminarias
Vestidores	3,11		
	33,69	32,52	

Fuente: Autor

Acompañando a la tabla anterior se adjunta en la figura 64 el diagrama unifilar que ilustra la distribución anteriormente mostrada, con esto se obtiene una muestra clara y parecida de la ubicación de cada uno de los circuitos dentro del tablero de distribución.

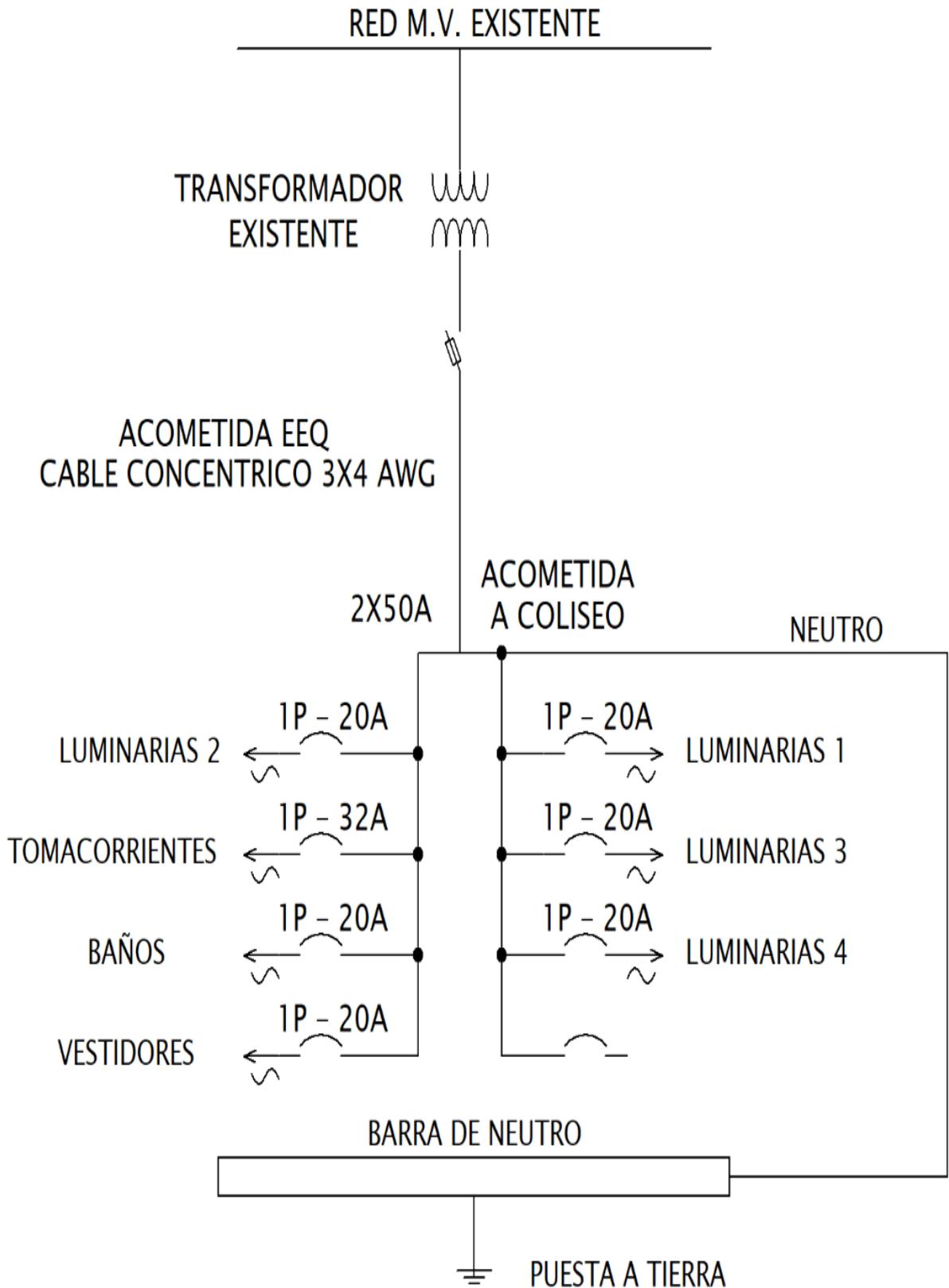


Figura 64 Diagrama unifilar del tablero de distribución dentro del coliseo 11 de noviembre.

Fuente: Imagen del autor

4.6. Discusión.

4.6.1. Cumplimiento de normativas.

Los resultados obtenidos muestran que las mediciones de voltaje, corriente y niveles de iluminación cumplen con las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1 y CIE aplicables. En particular, la iluminación dentro del coliseo ahora se encuentra dentro del rango recomendado de 300 a 500 lux, asegurando una visibilidad adecuada tanto para los deportistas como para los espectadores.

4.6.2. Análisis comparativo.

Comparando los valores medidos con los calculados, se observó una coherencia general, con algunas discrepancias menores atribuibles a las tolerancias en la red eléctrica. Estas diferencias se encuentran dentro de los márgenes aceptables según las normativas, lo que confirma la precisión de las simulaciones y cálculos iniciales.

4.6.3. Eficiencia de la implementación.

La nueva distribución de luminarias y la instalación de nuevos tomacorrientes han mejorado significativamente la funcionalidad y seguridad del coliseo. Las pruebas de voltaje y corriente verificaron que todos los circuitos están correctamente dimensionados y protegidos, cumpliendo con los requisitos de diseño.

4.6.4. Pruebas de puesta a tierra.

Las pruebas de puesta a tierra mostraron que la resistencia medida está dentro de los límites aceptables, garantizando una protección adecuada para el sistema eléctrico. Esto es crucial para la seguridad y la operatividad del coliseo.

4.6.4. Limitaciones y Consideraciones.

Se identificaron algunas limitaciones, como la falta de equipos de alto consumo para pruebas más exhaustivas de los tomacorrientes. Además, las restricciones de tiempo y recursos limitaron la posibilidad de abordar algunas mejoras adicionales en la infraestructura.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Con los cambios realizados y en comparación con el estado inicial del proyecto, se ha logrado un avance significativo y una mejora relevante en la infraestructura eléctrica del coliseo. No solo se mejoraron los niveles de iluminación, sino que también se incrementaron la estética y funcionalidad para eventos deportivos y sociales dentro del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

Los valores calculados y los valores medidos no siempre coinciden exactamente, ya que existen variaciones atribuibles a la fluctuación en la red eléctrica. Estas variaciones son influenciadas por el consumo general en la zona, especialmente durante las horas pico, típicamente en la mañana y en la noche. Durante estos períodos de alto consumo, es posible observar una mayor variabilidad en las mediciones en comparación con los valores calculados.

Completar la iluminación en las zonas de uso múltiple, incluyendo los vestidores, baños y áreas exteriores del coliseo, fue de gran importancia. Estas áreas son cruciales durante los eventos en el recinto deportivo, y su iluminación adecuada contribuye significativamente a la seguridad y comodidad de los usuarios.

La mejora en distintos puntos eléctricos y sus instalaciones ha resultado en un centro deportivo más cómodo y seguro. La reforma de la caja de distribución, incluyendo el etiquetado y balanceo de consumo, ha mejorado el control de las luminarias y los elementos de fuerza. Este control individualizado, considerando que no todos los elementos se usan continuamente, ayuda a optimizar el consumo eléctrico, disminuyendo costos operativos y aumentando la eficiencia energética. Además, se ha incrementado la capacidad de proveer electricidad para diversas necesidades.

La puesta a tierra requirió más de una sola varilla para mantener una resistividad segura y proporcionar una protección adecuada acorde con el consumo dentro del recinto deportivo. El cálculo preciso permitió dimensionar adecuadamente tanto el calibre del conductor como la cantidad de varillas necesarias. Esto, junto con el tratamiento del suelo

y la verificación, resultó en valores que cumplen con las normativas y proporcionan tranquilidad a los encargados del coliseo, asegurando que el lugar sea seguro para eventos deportivos y sociales.

Los trabajos realizados han proporcionado mejoras sustanciales en la infraestructura eléctrica del coliseo, asegurando una operación eficiente y segura del sistema eléctrico. Estos avances no solo cumplen con las normativas vigentes, sino que también garantizan un entorno adecuado para la realización de diversas actividades, beneficiando a toda la comunidad.

5.2 Recomendaciones.

Al instalar canaletas para la protección de cables eléctricos en diversas zonas, es recomendable anclarlas a la pared con métodos adicionales al adhesivo que viene con las canaletas. Se pueden usar abrazaderas externas, tornillos o clavos de acero internos para asegurar las canaletas. Esto incrementa la durabilidad y la estabilidad de la instalación, asegurando una protección prolongada.

No es recomendable instalar cajas de distribución directamente sobre estructuras metálicas sin el adecuado aislamiento. La instalación debe hacerse en zonas accesibles y seguras, preferentemente en paredes de concreto, para facilitar el mantenimiento y garantizar la seguridad en caso de cortocircuitos. Las cajas deben ser señalizadas adecuadamente para prevenir manipulaciones no autorizadas.

Es esencial utilizar equipo de protección personal adecuado para trabajos eléctricos y en altura, tal como se hizo en este proyecto. Además, es recomendable contar con la asistencia de otra persona durante la realización de los trabajos, lo que puede mejorar la eficiencia y la seguridad del proceso.

Antes de realizar la puesta a tierra, es crucial inspeccionar el suelo para determinar su adecuación. La preparación adecuada del suelo con los materiales y químicos correctos es fundamental para asegurar una resistencia adecuada y un funcionamiento eficiente del sistema de puesta a tierra.

Es vital dejar espacios adecuados para la inspección y el mantenimiento rutinario de todas las instalaciones eléctricas. Se recomienda establecer una frecuencia de monitoreo y

mantenimiento que incluya tanto el cableado como el consumo eléctrico. Esto ayudará a identificar y corregir posibles fallas a tiempo, garantizando la seguridad y la eficiencia del sistema a largo plazo.

Estas recomendaciones son clave para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad de las instalaciones eléctricas en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre. Implementarlas contribuirá a mantener un entorno seguro y funcional, adecuado para eventos deportivos y sociales.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aguirre, R. (2017). Diseño De Instalaciones Eléctricas En Edificios Deportivos Y Recreativos. Tesis De Maestría, Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Barraza, C. (2023). 14 Ventajas Y Desventajas De 110v Y 220v. Barraza.
<https://Barrazacarlos.Com/Es/Ventajas-E-Inconvenientes-De-110v-Y-220v/>
- Bendezú, Y. (2020). Conductores. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/slideshow/conductores-225309460/225309460>
- Chicaiza, A. & Guanoluisa, M. (2020). Diseño De Las Instalaciones Eléctricas E Implementación De La Puesta A Tierra De Protección De La “Unidad Educativa Mariano Negrete” Para Reducir Las Fallas Del Sistema Actual. Repositorio De La Universidad Tecnica De Cotopaxi.
<https://Repositorio.Utc.Edu.Ec/Handle/27000/6784>
- D.Q.D. (01 de 01 de 2021). controlrecursosyenergia.gob.ec. Obtenido de controlrecursosyenergia.gob.ec:
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-006-20.pdf>
- Econova. (26 de Mayo de 2021). econova-institute.com. Obtenido de econova-institute.com: <https://econova-institute.com/que-es-dialux/>
- European Standard EN 12193. (2018). *Light and Lighting - Sports Lighting. Brussels*. Obtenido de <https://iluminet.com/los-detalles-de-la-iluminacion-deportiva/>
- Grabowski, R. (2023). AutoCAD for Dummies. Grabowski Books.
https://www.thriftbooks.com/w/autocad-for-dummies-2023_ralph-grabowski/30826292/#edition=60669374&idq=51653526
- Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. (2020). *Power system analysis and design* (6th ed.). Cengage Learning.
https://web.nit.ac.ir/~shahabi.m/M.Sc%20and%20PhD%20materials/Power%20System%20Transient%20Analysis%20Course/Books/Power%20System%20Analysis%20and%20Design%20by%20Glover%20and%20Sarma_6thEdition.pdf
- Gob.c. (01 de enero de 2024). habitadyvivienda.gob.ec. Obtenido de

- habitadyvivienda.gob.ec: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PREGUNTAS-Y-RESPUESTAS.pdf>
- Hambley, A. R. (2021). *Electrical engineering. Principles & applications* (7th ed.). Pearson. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/electrical-engineering-principles--applications/P200000003555/9780137562855>
- Hambley, A. R. (2014). *Electrical Engineering: Principles and Applications* (6th ed.). Pearson Education. <https://z-lib.io/author/Allan%20R.%20Hambley>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1993). *IEEE Standard Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams (Including Reference Designation Letters) (IEEE Std 315-1975 (Reaffirmed 1993))*. IEEE. https://www.ee.iitb.ac.in/~spilab/Tips/ansii_graphic_symbols_for_electrical_and_electronics_daigrams_1993.pdf
- Malagón, B. & Sánchez, H. (2021). Diseño De Un Sistema De Iluminación Para El Estadio Valeriano Gavinelli Bovio De La Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca Utilizando Tecnología Led Y Sistemas Fotovoltaico. Universidad Salesiana De Cuenca. P1-155. <https://Dspace.Ups.Edu.Ec/Bitstream/123456789/21219/1/Ups-Ct009328.Pdf>
- NEC-SB-IE. (5 de Febrero de 2018). NEC - Normativa Ecuatoriana de la Construcción. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Recuperado el 5 de Marzo de 2022, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-TE-Final.pdf>
- Porto, J. (5 de octubre de 2020). definicion.de/luxometro/. Obtenido de definicion.de/luxometro/: <https://definicion.de/luxometro/>
- Prof. Henryk Markiewicz&Dr Antoni Klajn “Puestas a tierra y EMC”, Wrocław University of Technology, junio 2003.: Leonardo Power Quality Initiative.6.3.1
- Quispe, I. (16 de junio de 2020). arcux.net. Obtenido de arcux.net: <https://arcux.net/blog/que-es-autocad-y-para-que-sirve/>
- Tolocka, E. (4 Enero, 2018).Interruptores Automáticos. Funcionamiento Y Simbología. Profe Tolocka. <https://Www.Profetolocka.Com.Ar/2018/01/04/Interruptores-Automaticos-Funcionamiento-Y-Simbologia/>

Villagómez,E. (2010). Análisis Del Sistema De Puesta A Tierra De La Casa De La Cultura Núcleo El Guayas. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Repositorio
Ups.<https://Dspace.Ups.Edu.Ec/Bitstream/123456789/2192/7/Portada%20e%20indice.Pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2969-1: Título de la norma. Quito, Ecuador: INEN.

Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2014). *IEEE Std 141-2014: IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants*. New York, NY: IEEE.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). (2011). IEEE Standard 141-1993 (Red Book): Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants. New York, NY: IEEE.

ANEXOS

Anexo A: Acta de aceptación de elaboración del proyecto emitido por las autoridades competentes del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

 <p>11 DE NOVIEMBRE G.A.D. PARROQUIAL RURAL</p>	<p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL 11 DE NOVIEMBRE</p>
<p>LATACUNGA – COTOPAXI RUC. 0560018400001</p>	
<p>CARTA DE ACEPTACION</p>	
<p>Yo, Bella Lissette Mena Mena con número de Ci. 0503143166, en calidad de Presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural 11 de Noviembre. A petición del interesado Sr. Cristian Wladimir Aguaiza Rojas con Ci. 0503594798, estudiante del Instituto Tecnológico Rumiñahui de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad. Acepto la ejecución del proyecto denominado: REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL COLISEO DE LA PARROQUIA ONCE DE NOVIEMBRE.</p>	
<p>Cabe mencionar que en la infraestructura a intervenir no ha existido mejoras o repotenciación en el cableado eléctrico, por lo que estamos gustosos de prestar las facilidades para la implementación del proyecto en beneficio de la comunidad en general de la parroquia Once de Noviembre.</p>	
<p>Atentamente:</p>	
 <p>Ing. Bella Lissette Mena Mena. PRESIDENTE GAD PARROQUIAL RURAL 11 DE NOVIEMBRE</p>	
<p> Dirección: AV. 10 de Agosto – Barrio Centro – Once de Noviembre – Latacunga – Cotopaxi – Ecuador E-mail: info@11denoviembre.gob.ec / gadpr11denoviembre@gmail.com Teléfono: (03) 2380640</p>	

Anexo B: Acta de entrega y recepción del proyecto emitido por las autoridades competentes del coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL
RURAL 11 DE NOVIEMBRE**
LATACUNGA – COTOPAXI
RUC. 0560018400001

**ACTA ENTREGA RECEPCIÓN DEL PROYECTO:
“REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE
LA PARROQUIA ONCE DE NOVIEMBRE ”**

En la parroquia Once de Noviembre, a los 02 días del mes de agosto del 2024, en las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Once de Noviembre.

Se procede a la suscripción del ACTA ENTREGA-RECEPCIÓN DEL PROYECTO: “REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA PARROQUIA ONCE DE NOVIEMBRE”; por parte, del Sr. Cristian Wladimir Aguaiza Rojas con CI. 0503594798 estudiante de la Carrera de Electricidad del Instituto Tecnológico Rumiñahui a la Ingeniera Bella Lissette Mena; representante legal y presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Once de Noviembre.

Nº	DESCRIPCIÓN	ESTADO
1	“REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA PARROQUIA ONCE DE NOVIEMBRE ”	Finalizado

Considero que las partes manifiestan su total conformidad y aceptación de entrega del proyecto; para constancia de lo actuado en unidad del hecho suscriben la presente EN 3 ORIGINALES, en la Parroquia Once de Noviembre, a los **02 días de agosto del 2024.**

Entrega de parte de:

.....
Sr. Cristian Wladimir Aguaiza Rojas
Estudiante de Electricidad

Recibe conforme:

.....
Ing. Bella Lissette Mena
Presidente del GADPR-ONCE DE NOVIEMBRE

||| **Dirección:** AV. 10 de Agosto – Barrio Centro – Once de Noviembre – Latacunga – Cotopaxi – Ecuador
E-mail: info@11denoviembre.gob.ec / gadpr11denoviembre@gmail.com
Teléfono: (03) 2380640

Anexo C: Presupuesto para la adquisición de los materiales para el proyecto en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre.

EL CONTACTOR-ECU S.A.S.
 RUC.: 0591762705001
 contactor PROFORMA P000005163

Dirección Matriz : AV. AMAZONAS Y ANTONIO JOSE DE SUCRE
 Teléfonos : 032802391

Cliente: AGUAIZA ROJAS CRISTIAN WLADIMIR

RUC: 0503594798
 Dirección: QUITO
 Telefonos: 0
 Fecha: 22/05/2024

CANT.	DESCRIP. COD	P.U.	TOTAL
5,00	SYP23844	80,75	371,45
3,00	MCN012	10,61	31,83
15,00	COP0270W	1,39	19,17
15,00	COP2132W	0,38	5,29
6,00	SYP27621	0,64	3,55
6,00	VET43067	1,08	5,94
12,00	PVC002	0,77	8,53

12,00	VET13008	1,88	20,81
6,00	QO132	5,75	31,74
1,00	QOL008	41,27	37,97
6,00	CAS012	41,65	249,81
5,00	3M165	1,50	6,90
3,00	FOG055	11,90	32,85
1,00	MUL019	53,67	49,38
1,00	VCO180	7,10	6,53
1,00	VCO002	1,16	1,07
20,00	CAF010	0,80	14,78
6,00	DXN10051	2,51	13,87
* Productos y Servicios Sujetos a Impuestos, no están incluidos en la proforma		SUBT.	966,32
		DESCTO.	54,77
		SUBT. NET.	911,56
		SUBT. 0%	0,00
Observaciones:		SUBT. IVA	911,56
		IVA 5%	0,00
		IVA 15 %	136,73
		TOTAL	1.048,29

Anexo D: Video de recepción del coliseo de la parroquia 11 de noviembre

<https://youtube.com/shorts/YsMkbSBpjX0?feature=share>

Anexo E: Video de la implementación del nuevo diseño eléctrico en el coliseo parte

1.

<https://youtu.be/TLOmXehziJg>

Anexo F: Video de la implementación del nuevo diseño eléctrico en el coliseo parte

2.

<https://youtu.be/GGrdjCH8ao4>

Anexo G: Implementación de nuevos cables y ubicación de los nuevos tomacorrientes.



Anexo H: Implementación del paso de cable en las mangueras corrugadas para los nuevos circuitos de las luminarias a implementar



Anexo I: Retiro de la luminaria dañada e instalación de la nueva luminaria e implementación de nuevas luminarias con sus nuevos circuitos



Anexo J: Reubicación de la caja de distribución por estar en un sitio no adecuado.



Anexo K: Implementación de la puesta a tierra con barrillas de cobre y preparación del suelo para las realizar las puestas a tierra



Anexo L: Implementación de cables sueltos en canaletas para la protección de los mismos.



Anexo N: Prueba de la funcionalidad de la colocación del tomacorriente, conectando un cargador a un teléfono celular.



Anexo O: Prueba del nuevo cableado con su respectiva manguera ya situado en la estructura del techo del coliseo.



Anexo P: Prueba de encendido de la nueva luminaria con su nuevo circuito



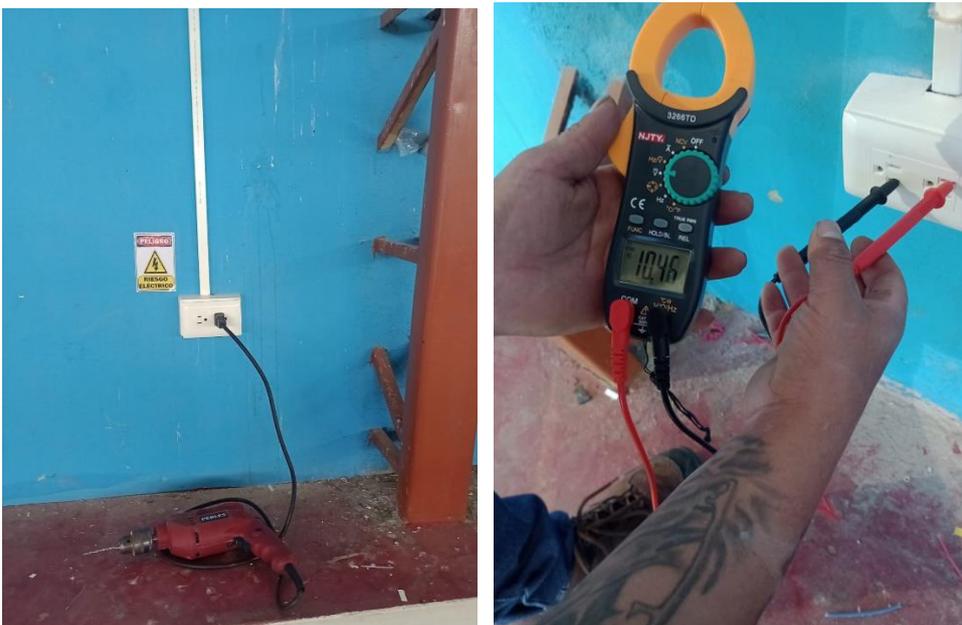
Anexo Q: La caja de distribución reubicada y lista en su nuevo sitio, también etiquetado y señalizado de cada breaker



Anexo R: Prueba de resistividad de la puesta a tierra después de preparar el terreno



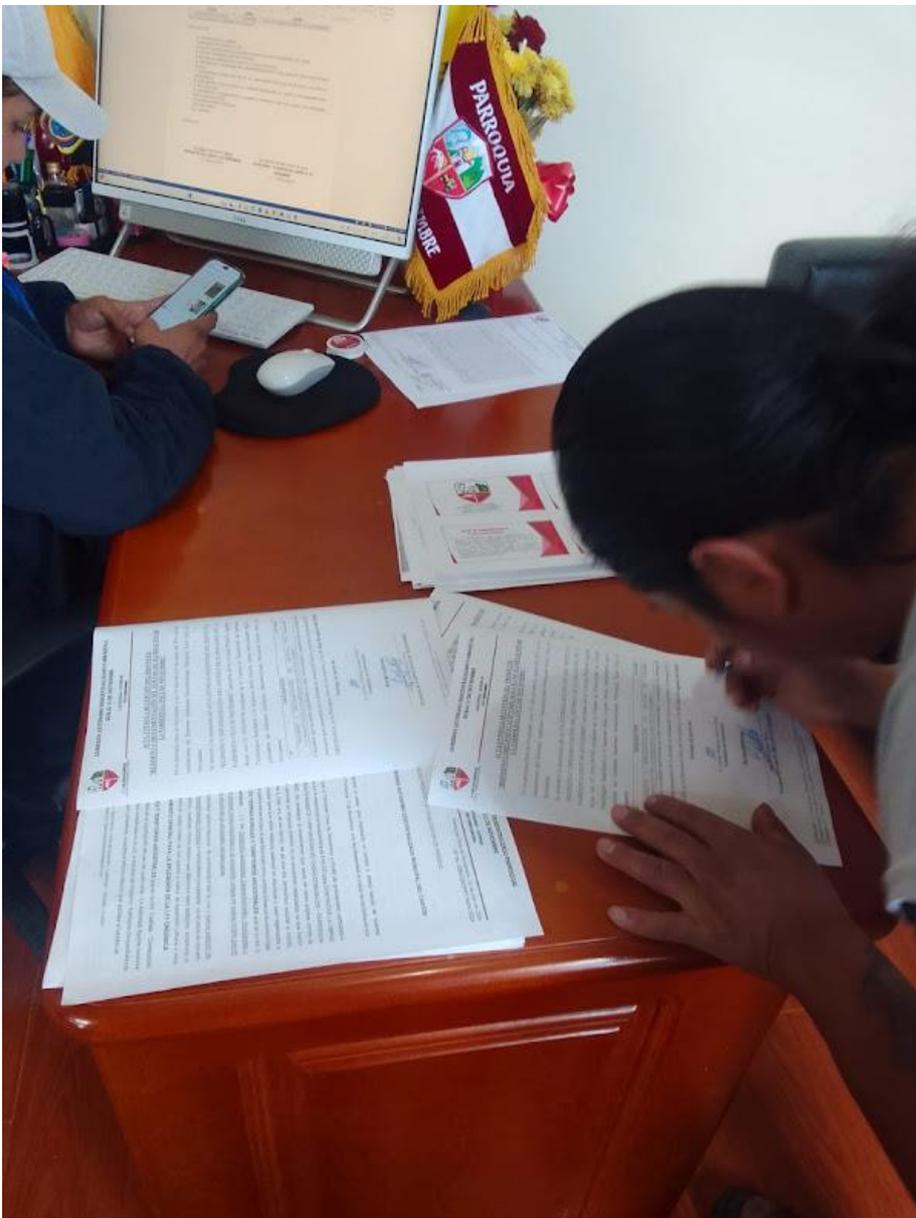
Anexo S: Resultados de los nuevos circuitos de tomacorrientes poniendo a prueba un taladro y comprobar la funcionalidad



Anexo T: Video de la entrega a la autoridad competente del proyecto realizado en el coliseo de la parroquia 11 de noviembre en la ciudad de Latacunga.

<https://youtu.be/nG9IhkJLa00>

Anexo U: Registro fotográfico del procedimiento de firma del acta respectiva a la entrega del proyecto.



Anexo G.1. Firma de acta de entrega del proyecto.



Anexo G.2. Entrega de acta firmada por entrega del proyecto.

Anexo H. Link del video de predefensa

https://drive.google.com/file/d/1F-_EcQDRRJ6ry3c6LU8d9xdXLklSr5-t/view?usp=sharing