

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD



PROYECTO FINAL DE GRADO

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO COMERCIAL
Nº1 DE CORONEL OVIEDO”**

AUTOR:

JOSÉ ALBERTO CHAMORRO ROJAS

TUTOR:

ING. PEDRO PASTOR GONZÁLEZ

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2024



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DERECHO DE AUTOR

Quien suscribe, José Alberto Chamorro Rojas, autor del trabajo de investigación titulado “Propuesta de mejoramiento de la Instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo”, declara que voluntariamente ceden a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los 28 días, del mes de noviembre del 2024.

.....

Firmas



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN.

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electricista, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: _____

ACTA N°: _____

FECHA: _____

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA.

Dedico este proyecto a mi familia, cuyo amor, paciencia y apoyo incondicional me han dado la fuerza para superar los desafíos durante mi carrera. A mis profesores y asesores, quienes me guiaron y compartieron su conocimiento, ayudándome a alcanzar este logro. También lo dedico a todos los trabajadores del Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo, cuya dedicación y esfuerzo diario inspiran este proyecto, con la esperanza de que las mejoras implementadas contribuyan a un entorno más seguro y eficiente para todos.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto de fin de grado. En primer lugar, agradezco a mi asesor, el Ing. Pedro Pastor González, por su invaluable orientación, apoyo y conocimientos técnicos a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y dedicación han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto.

Agradezco también a la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú por brindarme las herramientas académicas necesarias para llevar a cabo esta investigación, y a todos los docentes que han compartido su sabiduría durante mi formación.

De igual manera, quiero agradecer a mis compañeros y amigos, quienes me han brindado su apoyo y motivación en cada etapa del trabajo. Sus palabras de aliento fueron clave para seguir adelante en los momentos de dificultad.

A las personas más importantes, a mis pilares, mi familia, por su amor incondicional, paciencia y comprensión a lo largo de toda mi carrera. Su apoyo constante ha sido mi mayor fuente de inspiración.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN.

El Centro Comercial N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo ubicado en el departamento de Caaguazú, es un importante centro de comercio de la zona, un espacio fundamental para la economía local, este conglomerado de locales presenta serias deficiencias en su infraestructura eléctrica, las cuales afectan tanto la operatividad de los comerciantes como la seguridad de los usuarios. Entre las principales problemáticas identificadas se encuentran tableros eléctricos deteriorados, conductores expuestos, instalación eléctrica sin un sistema de puesta a tierra y un nivel de iluminación extremadamente bajo, con un promedio de 33,88 lux, inferior a los 100 lux recomendados por la norma UNE 12464-1. Además, la ausencia de los planos eléctricos de la instalación evidencia la urgencia de un proyecto integral que aborde estas deficiencias.

Para ello, se desarrolló una propuesta técnica basada en un relevamiento detallado de la situación actual, el diseño de soluciones óptimas y el cumplimiento de normativas nacionales (INTN, ANDE) e internacionales (UNE). El enfoque metodológico incluyó inspecciones de campo para evaluar el estado de transformadores, tableros y conductores, así como simulaciones con el software DIALux Evo para diseñar un nuevo sistema de iluminación eficiente. También se elaboraron planos eléctricos en software CAD, detallando la distribución de cargas, diagramas unifilares y la ubicación de luminarias. Entre las principales soluciones propuestas se destacan la redistribución de las cargas entre los transformadores, optimizando su operación al 90% de su capacidad nominal, y la instalación de sistemas de puesta a tierra para protección y servicio. Asimismo, se planteó la sustitución de tableros en mal estado, la instalación de bandejas portacables metálicas perforadas para organizar y proteger el cableado, y la implementación de 73 luminarias LED de 50W que aseguran una iluminancia promedio de 124 lux y una uniformidad de 0,42, cumpliendo con los estándares internacionales.

Palabras Clave: Distribución de Energía Eléctrica, ODS 9 – Industria, Innovación e Infraestructura, ODS 12 – Producción y consumo responsable





MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT.

The Commercial Center No. 1 of Coronel Oviedo, a vital hub for the local economy, faces severe deficiencies in its electrical infrastructure, which negatively impact both the operational efficiency of merchants and the safety of users. The main issues identified include deteriorated electrical panels, exposed conductors, systems without grounding, and extremely low illumination levels, averaging 33.88 lux—far below the 100 lux recommended by the UNE 12464-1 standard. Additionally, the lack of technical documentation the urgent need for a comprehensive project to address these deficiencies.

To this end, a technical proposal was developed based on a detailed assessment of the current situation, the design of optimal solutions, and compliance with national (INTN, ANDE) and international (UNE) standards. The methodological approach included field inspections to evaluate the condition of transformers, panels, and conductors, as well as simulations using DIALux Evo software to design a new, energy-efficient lighting system. Technical plans were also developed using CAD software, detailing load distribution, single-line diagrams, and the positioning of luminaires.

Key proposed solutions include redistributing loads across the transformers, optimizing their operation to 90% of nominal capacity, and installing grounding systems for both protection and service. Additionally, the replacement of deteriorated panels, the installation of perforated metallic cable trays to organize and protect wiring, and the implementation of 73 LED luminaires (50W each) were proposed. These luminaires ensure an average illuminance of 124 lux and a uniformity of 0.42, meeting international standards.

Keywords: Electrical Power Distribution, SDG 9 – Industry, Innovation, and Infrastructure, SDG 12 – Responsible Consumption and Production.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MATERIALES Y METODOS.	4
2.1.	Metodología.	4
2.2.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	4
3.	INGENIERÍA DE DISEÑO.	6
3.1.	Descripción del área de estudio.	6
3.2.	Descripción del edificio.	7
3.3.	Evaluación de la infraestructura eléctrica actual.	9
3.3.1.	Transformadores de distribución.	9
3.3.2.	Tableros eléctricos.	10
3.3.3.	Ubicación centralizada de medidores de consumo.	16
3.4.	Condiciones de iluminación en el centro comercial N°1 de Coronel Oviedo.	18
3.5.	Propuesta de nuevo esquema de iluminación.	19
3.6.	Estándares técnicos en proyectos de instalación eléctrica de baja tensión.	21
3.7.	Dimensionamiento de conductores y protecciones eléctricas.	22
3.7.1.	Criterios normativos para conductores.....	22
3.7.2.	Código de colores para identificación de conductores.....	22
3.7.3.	Factores de dimensionamiento.	22
3.7.3.1.	Caída de tensión máxima admisible.	22
3.7.3.2.	Corriente máxima admisible.	23
3.7.4.	Protocolo de dimensionamiento de conductores y protecciones.	23
3.7.4.1.	Cálculo de la sección del conductor.	23
3.7.4.2.	Verificación de la sección por medio de la caída de tensión.	24
3.7.4.3.	Cálculo de la corriente del circuito.	25
3.7.4.4.	Selección de la protección.....	26
3.8.	Presentación de las cargas relevadas de los locales comerciales.	27
3.9.	Propuesta de un sistema de suministro eléctrico y distribución de Tableros.	28
3.9.1.	Tableros generales.....	28
3.9.2.	Tableros principales.	29
3.9.3.	Tableros seccionales.....	29
3.9.4.	Cuadro de cargas.	29
3.9.4.1.	Para el transformador 1:.....	30
3.9.4.2.	Para el transformador 2:.....	31



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

3.9.4.3.	Para el Transformador 3:.....	32
3.9.5.	Dimensionamiento de las bandejas portacables.....	33
3.9.5.1.	Dimensiones de las bandejas proyectadas.....	34
3.9.5.2.	Sistema de puesta a tierra.....	35
3.9.6.	Denominación de los planos.	35
3.10.	Presupuesto.	37
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	42
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1.	Conclusión.....	44
5.2.	Recomendaciones.....	44
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
7.	Anexo.....	1
7.1.	Anexo I.....	1
7.1.1.	Medición de la iluminancia de la nave del centro comercial municipal.....	1
7.2.	Procedimiento para evaluación de la calidad de iluminación.....	1
7.3.	Anexo II.....	6
7.3.1.	Propuesta de nuevo esquema de iluminación para el Centro Comercial N°1.....	6
7.3.2.	Análisis y resultados del nuevo esquema de iluminación con DIALux Evo.....	9
7.4.	Anexo III.....	16
7.4.1.	Dimensionamiento de las protecciones y conductores.....	16
7.4.1.1.	Dimensionamiento de los transformadores.....	16
7.4.1.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE CAPACITORES.....	17
7.4.1.3.	Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen los tableros entre sí.....	19
7.4.1.4.	Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero general con el tablero principal.....	21
7.4.1.4.1.	Cargas correspondientes del tablero general 1:	21
7.4.1.4.2.	Cargas correspondientes del tablero general 2:	22
7.4.1.4.3.	Cargas correspondientes del tablero general 3:	23
7.4.2.	Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero principal con los tableros seccionales.....	24
7.4.3.	Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero seccional con las cargas puntuales.....	36



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1. Ubicación del Centro Comercial N°1 con referencia a la rotonda Central. Vista satelital.</i>	6
<i>Figura 2. Centro Comercial N°1. Vista satelital.</i>	7
<i>Figura 3. Vista aérea del Centro Comercial N°1.</i>	8
<i>Figura 4. Vista frontal del Centro Comercial N°1, Coronel Oviedo.</i>	8
<i>Figura 5. Transformador 1.</i>	9
<i>Figura 6. Transformador 2.</i>	10
<i>Figura 7. Tablero General y Principal del transformador 1.</i>	11
<i>Figura 8. Interior del tablero general del transformador 1.</i>	12
<i>Figura 9. Tablero principal del transformador 1.</i>	12
<i>Figura 10. Tablero principal del transformador 1.</i>	13
<i>Figura 11. Columna montante del tablero General y Principal del transformador 1.</i>	14
<i>Figura 12. Tablero General del transformador 2.</i>	15
<i>Figura 13. Tablero principal del transformador 2.</i>	16
<i>Figura 14. Tablero de Medidores.</i>	17
<i>Figura 15. Ubicación de las luminarias.</i>	19
<i>Figura 16. Resultado del cálculo – Vista de los valores de Iluminancia.</i>	20
<i>Figura 17. Luxómetro MINIPA MLM1011.</i>	2
<i>Figura 18. Puntos de medición de iluminancia.</i>	3
<i>Figura 19. Imagen de referencia de la Luminaria.</i>	8
<i>Figura 20. Dimensiones de la Luminaria.</i>	8
<i>Figura 21. Curva fotométrica del Lente.</i>	9
<i>Figura 22. Plano de la Nave del Centro Comercial N°1.</i>	10
<i>Figura 23. Ubicación y enumeración de las luminarias instaladas.</i>	11
<i>Figura 24. Resultado del cálculo de Iluminación – Vista de los valores de Iluminancia.</i>	12
<i>Figura 25. Vista en 3d de la simulación realizada 1.</i>	13
<i>Figura 26. Vista en 3d de la simulación realizada 2.</i>	13
<i>Figura 27. Vista en 3d de la simulación realizada 3.</i>	14
<i>Figura 28. Vista en 3d de la simulación realizada 4.</i>	14
<i>Figura 29. Vista en 3d de la simulación realizada 5.</i>	15



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Nivel de Iluminancia media de la Nave del Centro Comercial N°1.	18
Tabla 2. Resumen de los valores obtenidos comparados con la norma UNE 12464.1.	20
Tabla 3. Las potencias de referencia utilizadas para la computación de la carga actual.	28
Tabla 4. Potencia total proyectada.	29
Tabla 5. Tablero general 1.	30
Tabla 6. Cuadro de carga del tablero principal 10.	30
Tabla 7. Cuadro de carga del tablero principal 6.	30
Tabla 8. Cuadro de carga del tablero principal 1.	30
Tabla 9. Cuadro de carga del tablero principal 7.	30
Tabla 10. Cuadro de carga del tablero principal 2.	31
Tabla 11. Tablero general 2.	31
Tabla 12. Cuadro de carga del tablero principal 12.	31
Tabla 13. Cuadro de carga del tablero principal 3.	31
Tabla 14. Cuadro de carga del tablero principal 8.	31
Tabla 15. Cuadro de carga del tablero principal 4.	32
Tabla 16. Cuadro de carga del tablero principal 9.	32
Tabla 17. Cuadro de carga del tablero principal 5.	32
Tabla 18. Tablero general 3.	32
Tabla 19. Cuadro de carga del tablero principal 11.	32
Tabla 20. Cuadro de carga del tablero principal 14.	33
Tabla 21. Cuadro de carga del tablero principal 13.	33
Tabla 22. Cuadro de del tablero principal 15.	33
Tabla 23. Principales elementos proyectados bandejas perforadas portacables.	34
Tabla 24. Plano arquitectónico y de la instalación eléctrica.	36
Tabla 25. Presupuesto de conductores.	37
Tabla 26. Presupuesto de protecciones y luminarias.	38
Tabla 27. Presupuesto del banco de capacitores.	38
Tabla 28. Presupuesto de las bandejas portacables y accesorios.	39
Tabla 29. Presupuesto de los materiales MT.	40
Tabla 30. Presupuesto de mano de obra.	40
Tabla 31. Resumen del costo del Proyecto total de Mejoras.	41
Tabla 32. Dimensiones de la Nave del Centro Comercial N°1.	1
Tabla 33. Especificaciones Generales del Luxómetro MINIPA MLM1011.	2
Tabla 34. Comparación de los niveles de iluminancia medidos comparados con la Norma UNE.	5
Tabla 35. Especificaciones técnicas de la Luminaria.	7
Tabla 36. Resultado del cálculo de Iluminación en Dialux.	12
Tabla 37. Cuadro de carga resumido del tablero general 1.	16
Tabla 38. Cuadro de carga resumido del tablero general 2.	16
Tabla 39. Cuadro de carga resumido del tablero general 3.	17
Tabla 40. Factor multiplicador F.	17
Tabla 41. Tabla de valores del banco de capacitores.	18
Tabla 42. Cuadro de carga del tablero principal 10.	21
Tabla 43. Cuadro de carga del tablero principal 6.	21
Tabla 44. Cuadro de carga del tablero principal 1.	21



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Tabla 45. Cuadro de carga del tablero principal 7.	21
Tabla 46. Cuadro de carga del tablero principal 2.	21
Tabla 47. Cuadro de carga del tablero principal 12.	22
Tabla 48. Cuadro de carga del tablero principal 3.	22
Tabla 49. Cuadro de carga del tablero principal 8.	22
Tabla 50. Cuadro de carga del tablero principal 4.	22
Tabla 51. Cuadro de carga del tablero principal 9.	22
Tabla 52. Cuadro de carga del tablero principal 5.	23
Tabla 53. Cuadro de carga del tablero principal 11.	23
Tabla 54. Cuadro de carga del tablero principal 14.	23
Tabla 55. Cuadro de carga del tablero principal 13.	23
Tabla 56. Cuadro de carga del tablero principal 15.	23
Tabla 57. Cuadro de cargas bloque 6A.....	24
Tabla 58. Cuadro de cargas bloque 6B.....	24
Tabla 59. Cuadro de cargas bloque 7.....	25
Tabla 60. Cuadro de cargas bloque 8A.....	25
Tabla 61. Cuadro de cargas bloque 8B.....	25
Tabla 62. Cuadro de cargas bloque 8C.....	26
Tabla 63. Cuadro de cargas bloque 5A.....	26
Tabla 64. Cuadro de cargas bloque 5B.....	27
Tabla 65. Cuadro de cargas bloque 4A.....	27
Tabla 66. Cuadro de cargas bloque 4B.....	28
Tabla 67. Cuadro de cargas bloque 4C.....	28
Tabla 68. Cuadro de cargas Sector A.	28
Tabla 69. Cuadro de cargas Sector Administración.....	29
Tabla 70. Cuadro de cargas Sector B.....	29
Tabla 71. Cuadro de cargas Sector C.....	29
Tabla 72. Cuadro de cargas Sector D.	29
Tabla 73. Cuadro de cargas Sector E.....	30
Tabla 74. Cuadro de cargas Sector F.....	30
Tabla 75. Cuadro de cargas Sector Comedor 1.	30
Tabla 76. Cuadro de cargas Sector G.	31
Tabla 77. Cuadro de cargas Sector H.	31
Tabla 78. Cuadro de cargas Sector I.....	31
Tabla 79. Cuadro de cargas Sector J.....	31
Tabla 80. Cuadro de cargas Sector K.....	32
Tabla 81. Cuadro de cargas Sector L.	32
Tabla 82. Cuadro de cargas Sector Comedor 2.	32
Tabla 83. Cuadro de cargas Sector M.	32
Tabla 84. Cuadro de cargas Sector N.	33
Tabla 85. Cuadro de cargas Sector O.	33
Tabla 86. Cuadro de cargas Sector P.....	33
Tabla 87. Cuadro de cargas Sector Q.....	34
Tabla 88. Cuadro de cargas Sector R.....	34
Tabla 89. Cuadro de cargas Sector S.....	34
Tabla 90. Cuadro de cargas Sector T.....	34
Tabla 91. Cuadro de cargas Sector U.	35



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
 Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
 Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

<i>Tabla 92. Cuadro de cargas Sector V.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 93. Cuadro de cargas Sector W.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 94. Cuadro de carga de tablero de iluminación.</i>	<i>36</i>

1. INTRODUCCIÓN.

El Centro Comercial N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo, en el departamento de Caaguazú, es un importante centro de comercio y uno de los sitios más concurridos por los habitantes de la zona y sus alrededores. En este mercado se encuentran diversos puestos de venta que ofrecen productos esenciales de la canasta básica, como así también ropa, calzados, productos farmacéuticos, artículos tecnológicos, entre otros. La actividad diaria y la diversidad de productos generan un flujo constante de visitantes, comerciantes y proveedores, lo que convierte al centro comercial en un punto clave para la economía local. Sin embargo, las instalaciones eléctricas actuales presentan serias deficiencias que ponen en riesgo la seguridad de sus ocupantes y limitan la operatividad de los puestos comerciales. Estas condiciones hacen evidente la necesidad de un proyecto de mejoramiento eléctrico que asegure un entorno seguro y adecuado para el desarrollo de las actividades comerciales.

Para abordar la problemática de seguridad eléctrica del centro comercial N°1 de Coronel Oviedo, se ha realizado un análisis de los antecedentes, destacando el proyecto presentado en 2022 por Eder Romer Lujan Criollo de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo [1]. En dicho proyecto, se analizó la infraestructura eléctrica existente del mercado El Inca, ubicado en La Victoria, Chiclayo, y se identificaron deficiencias críticas que ponían en riesgo la seguridad de comerciantes y visitantes debido a condiciones precarias y exposición a la intemperie. Este análisis permitió establecer la demanda máxima actual del mercado, de 37,44 kW, y a partir de ello se procedió a diseñar un sistema de distribución eléctrica que incluía un Tablero General, seis Tableros de Distribución y cuatrocientos veinte Subtableros de Distribución. Asimismo, se incluyó una mejora en la iluminación general del mercado orientadas a optimizar tanto la visibilidad en áreas de circulación como el consumo energético.

También se consideró el estudio realizado por Kevin Eduardo Jorges Ramos [2], enfocado en las instalaciones eléctricas del Mercado de Abasto del Distrito Encañada-Cajamarca. Este trabajo aplicó normativas técnicas de diseño y seguridad para el dimensionamiento de tableros y el cálculo de puesta a tierra en baja tensión, garantizando así una

infraestructura confiable y eficiente.

A partir de estos antecedentes, se evidencia la necesidad y beneficios de un enfoque integral para el diseño de instalaciones eléctricas en mercados, con miras a mejorar la operatividad y reducir riesgos para los usuarios.

A partir de una inspección realizada en el Centro Comercial N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo, se identificaron diversas deficiencias significativas en su sistema eléctrico. La instalación cuenta con dos transformadores de 200 kVA, cada uno con su tablero correspondiente y sus respectivas protecciones: un interruptor termomagnético de caja moldeada fija de 150 A en uno de los tableros y otro de 400 A en el segundo. Aunque ambos tableros poseen gabinetes metálicos y barras para las fases y el neutro, carecen de un sistema de protección de puesta a tierra y de banco de capacitores, lo cual es fundamental para la seguridad y estabilidad de la red.

Además, existen otros dos tableros adicionales derivados de uno de los tableros principales, que incluyen protecciones para algunos circuitos. Sin embargo, uno de estos gabinetes es de madera y el otro de metal, lo cual representa una solución improvisada y no adecuada para entornos eléctricos de alta demanda. Tres de los cuatro tableros están en mal estado: presentan conductores deteriorados, faltan borneras de conexión y barras de cobre en algunos puntos críticos. A simple vista, se observan conductores colgantes, tomacorrientes deteriorados, bandejas de cableado insuficientemente dimensionadas y empalmes de baja calidad, todos ellos factores que incrementan el riesgo de incidentes eléctricos graves.

El sistema de iluminación presenta deficiencias las cuales se comprobó durante la inspección realizada, se notaba zonas muy oscuras, esto limita aún más la funcionalidad y seguridad del mercado, especialmente en horarios de alta concurrencia. Asimismo, de acuerdo con una entrevista realizada al director de administración del Centro Comercial, se constató que no existe un registro técnico que documente las modificaciones realizadas en la instalación eléctrica a lo largo del tiempo, lo que impide conocer el estado detallado actual del sistema. Además, no existen proyectos previos de mejora para la infraestructura eléctrica.

Dada esta situación crítica, se requiere con urgencia un proyecto de mejora integral para la infraestructura eléctrica del mercado, que no solo cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia, sino que también garantice un ambiente seguro y adecuado para todas las actividades comerciales.

De esta forma, el objetivo principal de este proyecto es desarrollar una propuesta integral para el mejoramiento de la instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo, que certifique un entorno seguro y eficiente para todas las actividades comerciales. Para alcanzar este propósito, se realizará un relevamiento de la situación actual de la instalación eléctrica, abarcando desde la acometida de media tensión hasta cada punto de consumo, con el fin de identificar los elementos críticos y las necesidades de actualización del sistema. Asimismo, se procederá a calcular y dimensionar de manera precisa los materiales necesarios para implementar las mejoras, asegurando que todos los componentes cumplan con los estándares técnicos y de seguridad. Como parte de esta mejora integral, se efectuarán cálculos luminotécnicos destinados a optimizar el sistema de iluminación del Centro Comercial, con el objetivo de mejorar la visibilidad y reducir el consumo energético.

Los planos de las propuestas de mejora serán diseñados y digitalizados, proporcionando una documentación técnica clara y detallada que facilite la ejecución del proyecto. Finalmente, se elaborará un presupuesto completo que contemple todos los aspectos del proyecto, permitiendo una estimación precisa de los costos y garantizando una planificación financiera adecuada.

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1. Metodología.

Para el proyecto de mejoramiento de la instalación eléctrica del Centro Comercial Municipal N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo, la investigación se clasifica de la siguiente manera:

En términos de su objetivo, se trata de una investigación aplicada, enfocada en el diseño de un sistema eléctrico seguro y eficiente para un entorno comercial de alta concurrencia. Este proyecto responde a la necesidad crítica de actualizar y optimizar la infraestructura eléctrica del mercado, con el fin de mitigar riesgos eléctricos y garantizar la continuidad operativa de los comerciantes y usuarios.

En cuanto al tipo de datos utilizados, se llevará a cabo una investigación tanto cualitativa como cuantitativa. La investigación cualitativa se centrará en el análisis de normativas eléctricas nacionales e internacionales relevantes, además de realizar entrevistas con el personal administrativo del Centro Comercial y expertos en ingeniería eléctrica. Esto permitirá captar percepciones sobre el estado actual de las instalaciones y las necesidades de mejora. La investigación cuantitativa, por su parte, abarcará la recopilación y análisis de datos técnicos, que incluirán mediciones de demanda eléctrica, evaluaciones del estado de los componentes del sistema (tableros, transformadores, sistemas de puesta a tierra) y un análisis de las condiciones actuales de la infraestructura eléctrica.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Inspección Técnica de Campo: Se llevará a cabo un relevamiento de la instalación eléctrica, que incluirá la evaluación de la acometida de media tensión, tableros de distribución, transformadores y puntos de consumo. Este análisis detallado permitirá identificar fallas, deterioros y deficiencias que requieran intervención inmediata.

Revisión Bibliográfica: Se recopilará información técnica de normativas y estándares aplicables a instalaciones eléctricas en entornos comerciales, así como literatura

especializada que respalde las decisiones de diseño y mejora. Esta base teórica proporcionará un marco para la implementación de soluciones adecuadas y seguras.

Entrevistas con Expertos y Personal Administrativo: Se realizarán entrevistas semiestructuradas a los propietarios de los locales de manera a recabar todas las cargas con las que actualmente cuenta cada local comercial y al director de administración del Centro Comercial para recabar información sobre las problemáticas actuales, los incidentes previos y las expectativas respecto a la modernización de la instalación eléctrica. Esta información es crucial para entender el contexto y los requerimientos específicos del proyecto.

Análisis de Componentes Eléctricos: Se procederá al análisis y dimensionamiento de los componentes eléctricos necesarios, incluyendo tableros, transformadores, conductores y dispositivos de protección. Se asegurarán los criterios de diseño conforme a la normativa técnica vigente, evaluando también la implementación de un sistema de puesta a tierra adecuado y la instalación de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos. Además, se realizarán cálculos luminotécnicos para determinar la iluminación óptima que cumpla con los requerimientos funcionales y de seguridad del mercado.

3. INGENIERÍA DE DISEÑO.

3.1. Descripción del área de estudio.

El emplazamiento del Centro Comercial Municipal N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo se encuentra en una ubicación estratégica que facilita el acceso tanto para los habitantes de la zona como para los comerciantes de la región. Se localiza a 2,2 km de la rotonda principal de Coronel Oviedo, un punto de referencia central en la ciudad, lo que permite una conexión eficiente con el resto del núcleo urbano y sus alrededores.

A solo 100 metros de la ruta PY-08, el Centro Comercial tiene una conectividad vial directa, que facilita el flujo constante de personas y vehículos de transporte de carga. La proximidad a esta vía asegura el abastecimiento y circulación fluida de bienes, así como el acceso de clientes desde diferentes localidades cercanas.

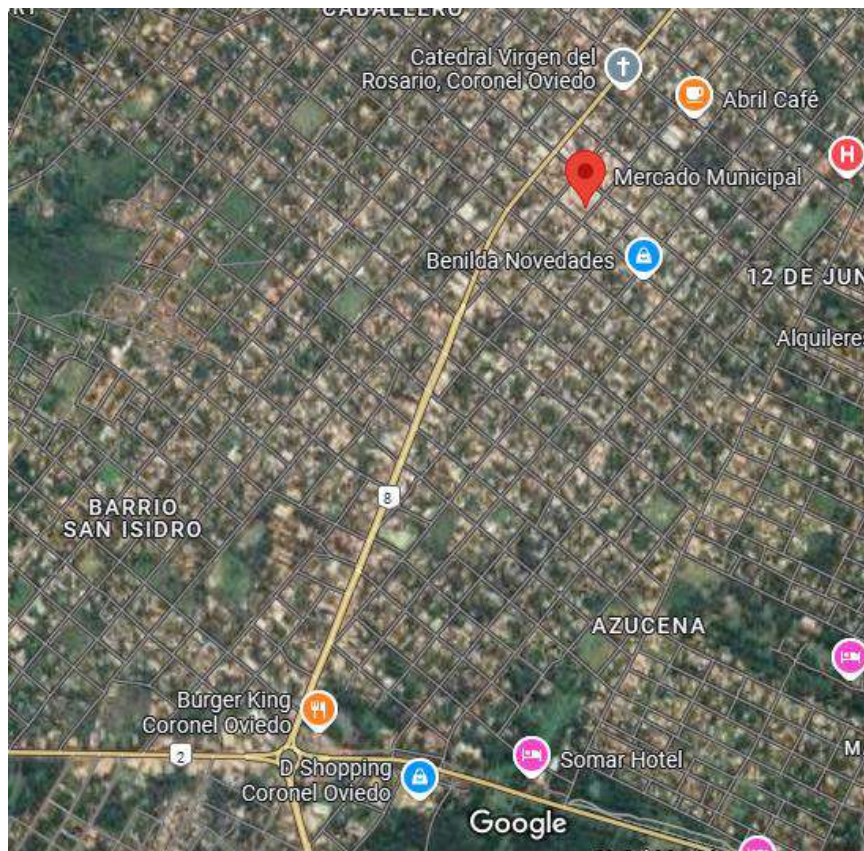


Figura 1. Ubicación del Centro Comercial N°1 con referencia a la rotonda Central. Vista satelital.



Figura 2. Centro Comercial N°1. Vista satelital.

3.2. Descripción del edificio.

El Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo se extiende sobre un área aproximada de 10,000 metros cuadrados, equivalente a una manzana de 100x100 metros. En este espacio, se encuentran alrededor de 289 locales comerciales, los cuales son arrendados por la Municipalidad de Coronel Oviedo. Estos locales albergan una amplia variedad de comercios, desde puestos de productos de la canasta básica, ropa, calzado y farmacias, hasta tiendas especializadas en artículos veterinarios, entre otros.

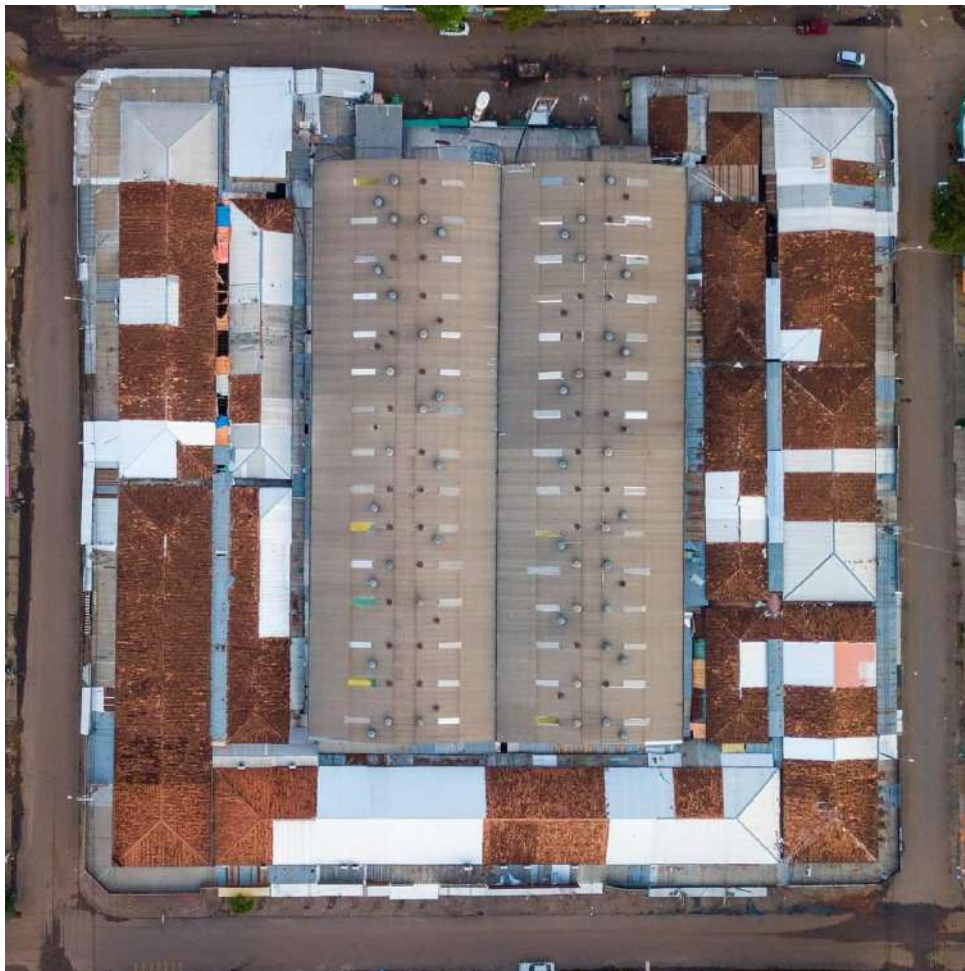


Figura 3. Vista aérea del Centro Comercial N°1.



Figura 4. Vista frontal del Centro Comercial N°1, Coronel Oviedo.

3.3. Evaluación de la infraestructura eléctrica actual.

Como parte del análisis inicial del sistema eléctrico del Centro Comercial Municipal N°1 de Coronel Oviedo, se realizó un relevamiento detallado de la infraestructura actual, observándose los siguientes elementos y características principales:

3.3.1. Transformadores de distribución.

La instalación cuenta con dos transformadores de 200 kVA cada uno, ubicados estratégicamente para la distribución de energía en los distintos sectores del local. Estos transformadores presentan una configuración que permite la alimentación segura y continua de las cargas distribuidas en el Centro Comercial.



Figura 5. Transformador 1.



Figura 6. Transformador 2.

3.3.2. Tableros eléctricos.

Se verificaron los tableros eléctricos generales y principales, evaluando sus protecciones, dispositivos de maniobra y estado general, los cuales se pueden apreciar a continuación:

Cada uno de los transformadores cuenta con un tablero general independiente. El tablero general y el tablero principal correspondientes al transformador uno se encuentra ubicados de forma contigua, como se puede ver en la siguiente imagen:



Figura 7. Tablero General y Principal del transformador 1.

Los tableros generales instalados en el Centro Comercial Municipal N°1 fueron los primeros en implementarse y actualmente administran gran parte de la carga eléctrica de toda la instalación. Se observa que uno de los tableros está fabricado en madera, material que no cumple con las normativas de seguridad adecuadas para instalaciones eléctricas de este tipo.

El tablero general dispone de una protección principal de 400 amperios, desde la cual la carga se distribuye hacia el tablero principal mediante barras de conexión, como se detalla a continuación:



Figura 8. Interior del tablero general del transformador 1.

Algunos locales comerciales están equipados con protecciones individuales, las cuales se encuentran alojadas en el tablero principal. Estas protecciones están diseñadas para garantizar la seguridad eléctrica de cada local, permitiendo un control adecuado de la energía distribuida y facilitando la intervención en caso de fallos eléctricos. En la imagen a continuación, se muestra la disposición de estas protecciones en el tablero principal.



Figura 9. Tablero principal del transformador 1.



Figura 10. Tablero principal del transformador 1.

Desde el tablero principal, los conductores se distribuyen de forma aérea a través de la columna montante, permitiendo la alimentación de los distintos circuitos y locales comerciales del Centro Comercial, esta disposición se puede ver inmediatamente



Figura 11. Columna montante del tablero General y Principal del transformador 1.

En el tablero general y principal del transformador 1, es evidente el deterioro de la instalación, así como la falta de mantenimiento adecuado y la deficiente instalación de varios componentes. Esta situación representa un riesgo potencial para la seguridad y continuidad del suministro eléctrico.

Con el aumento gradual de la carga eléctrica en el Centro Comercial, se tomó la decisión de instalar un segundo transformador, identificado como transformador 2, para mejorar la capacidad de suministro y garantizar la operatividad de los locales comerciales. Este transformador cuenta con una protección general de 150 A, diseñada para salvaguardar el equipo y evitar sobrecargas. La energía se distribuye desde el transformador a través de barras de conexión, alimentando las protecciones principales que suministran a los circuitos individuales de los locales.



Figura 12. Tablero General del transformador 2.



Figura 13. Tablero principal del transformador 2.

3.3.3. Ubicación centralizada de medidores de consumo.

A continuación, se presenta la ubicación de algunos medidores encargados de registrar el consumo de energía de los locales comerciales. Estos medidores han sido dispuestos de forma centralizada para optimizar el proceso de recolección de datos por parte de los funcionarios de la ANDE. Esta disposición permite un acceso eficiente y directo a la información de consumo de cada usuario, facilitando la medición y evitando la dispersión de los equipos a lo largo del mercado.



Figura 14. Tablero de Medidores.

Si bien algunos de los medidores de energía están centralizados en un tablero para facilitar la recolección de datos por parte del personal de la ANDE, no todos los medidores se encuentran en esta ubicación. Varios locales comerciales tienen sus medidores instalados dentro de sus instalaciones, en lugares de difícil acceso para los funcionarios de la ANDE. Esta situación dificulta el trabajo de recolección y registro de los consumos, aumentando la complejidad y el tiempo requerido para realizar las mediciones.

3.4. Condiciones de iluminación en el centro comercial N°1 de Coronel Oviedo.

El Centro Comercial Municipal de Coronel Oviedo alberga una variedad de locales comerciales que abarcan diferentes actividades, entre ellas carnicerías, herboristerías, fruterías, comedores, etc. Cada establecimiento cuenta con su propio sistema de iluminación interno, adecuado para sus necesidades particulares. Sin embargo, se ha observado que los pasillos principales del Centro Comercial presentan un nivel de iluminación insuficiente, lo que representa un desafío considerable para los comerciantes.

Esta falta de iluminación en los pasillos impacta directamente en la operatividad de los locatarios, especialmente aquellos que comienzan sus labores antes del amanecer, algunos desde las 3 a.m. Para estos trabajadores, una visibilidad adecuada es crucial tanto para la preparación de sus productos como para garantizar la seguridad en sus actividades diarias. Por ello, mejorar las condiciones lumínicas en estas áreas comunes resulta esencial para optimizar el funcionamiento del espacio y mejorar la experiencia tanto de comerciantes como de visitantes.

Después de realizar un análisis detallado del nivel de iluminación de los pasillos del Centro Comercial conforme la resolución, se obtuvieron los siguientes resultados:

NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDA DE LA NAVE DEL CENTRO COMERCIAL		
AREA	VALOR MEDIDO	
	Em (lux)	UNIFORMIDAD
Pasillos de la Nave del Centro Comercial	33,88	0

Tabla 1. Nivel de Iluminancia media de la Nave del Centro Comercial N°1.

3.5. Propuesta de nuevo esquema de iluminación.

Con el fin de asegurar el cumplimiento del estándar UNE 12464-1, se llevó a cabo una simulación detallada del nuevo sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial N°1 mediante el software DIALux Evo. Esta simulación permitió evaluar la distribución y los niveles de iluminación necesarios, teniendo en cuenta aspectos esenciales como uniformidad de luz, ángulos de emisión y eficiencia energética.

El área de análisis abarca una nave de 74 x 48 metros, que incluye los pasillos principales y las áreas de trabajo de los locales comerciales. Tras el diseño y los cálculos en DIALux Evo, se estableció la instalación de 73 luminarias lineales de 50W, con una potencia total instalada de 3650 vatios, a una altura de 4,85 metros, se selecciona una luminaria de temperatura de color de 4000k, debido a que el color neutro favorece a ambientes de trabajo brindando un confort visual y resaltando los colores de los objetos.

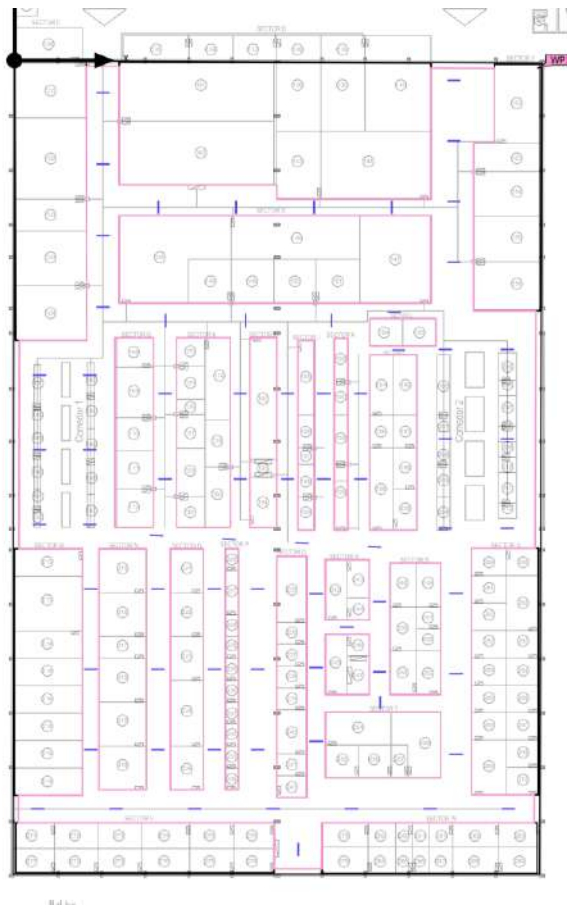


Figura 15. Ubicación de las luminarias.

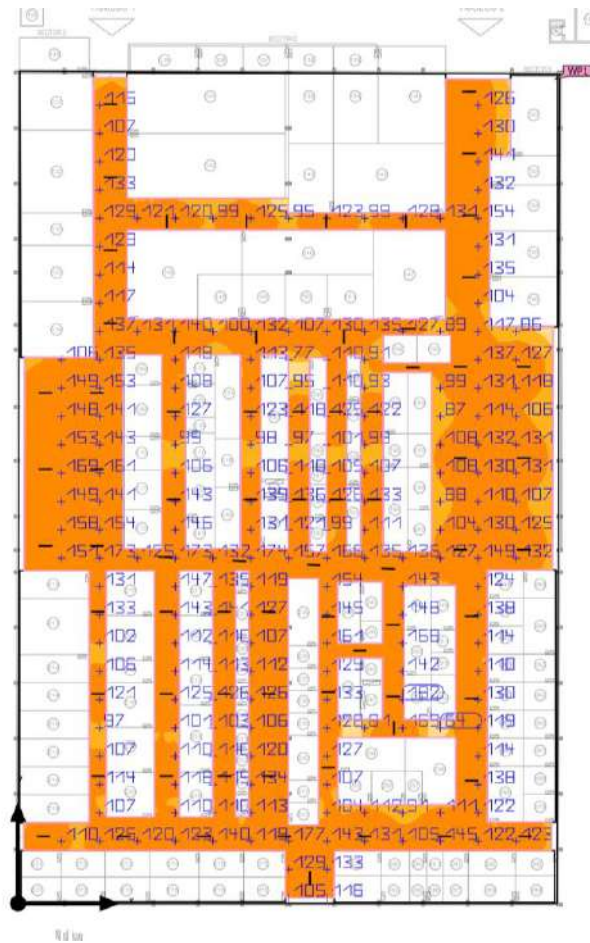


Figura 16. Resultado del cálculo – Vista de los valores de Iluminancia.

Los resultados obtenidos reflejan una iluminación media de 124 lux en los pasillos principales, cumpliendo con los niveles requeridos para visibilidad y seguridad. Asimismo, el análisis de uniformidad de 0,42 confirma la reducción de sombras y zonas oscuras, optimizando las condiciones de tránsito y operatividad en el mercado. Los valores alcanzados fueron comparados y se alinean con las recomendaciones establecidas por la norma, como se nota a continuación:

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	124 lx	≥ 100 lx	✓	WP1
	$U_0 (g_1)$	0.42	≥ 0.40	✓	WP1

Tabla 2. Resumen de los valores obtenidos comparados con la norma UNE 12464.1.

3.6. Estándares técnicos en proyectos de instalación eléctrica de baja tensión.

Este proyecto de fin de grado aborda el diseño de las instalaciones eléctricas a realizarse en el Centro Comercial N°1, bajo estrictos criterios técnicos y de seguridad. Se ha considerado el cumplimiento de los reglamentos nacionales y normativas internacionales aplicables, con el fin de asegurar la calidad y seguridad de los sistemas eléctricos. La selección de los materiales, la configuración de equipamientos y los cálculos específicos se realizarán conforme a la legislación y regulaciones actuales.

Se describen las normas y reglamentos utilizados con su función:

- **Reglamento de Baja Tensión de la ANDE:** Definición de las características técnicas para materiales, accesorios y equipamientos eléctricos en la instalación [3].
- **Pliego de Tarifas 21 de la ANDE:** Referencia para el cálculo de los valores del banco de capacitores [4].
- **Norma Paraguaya de la INTN:** Determinación de especificaciones técnicas de los materiales, accesorios y equipamientos eléctricos [5].
- **Resolución SRT N° 84/12:** Aplicación del método de cuadrícula para las mediciones de nivel de iluminación [6].
- **Norma UNE 12464-2022:** Criterios para la selección de parámetros en el nivel de iluminación [7].

3.7. Dimensionamiento de conductores y protecciones eléctricas.

3.7.1. Criterios normativos para conductores.

De acuerdo con la normativa paraguaya, las secciones mínimas admisibles para conductores son:

Para circuitos de motores: 2,5 mm²

Para circuitos de iluminación: 1,5 mm². [8]

Los conductores para alimentación de máquinas serán de cobre, tipo unipolar y multifilares atóxicos, con aislamiento LSOH (baja emisión de humo, cero halógenos), y se instalarán en bandejas perforadas, tanto horizontales como verticales. Este tipo de conductor es atóxico y apropiado para ambientes con alto tráfico, siguiendo las especificaciones del catálogo INPACO, Tabla N° 4, Tipo "F".

3.7.2. Código de colores para identificación de conductores.

Fases: Identificación por color con numeración específica para cada fase.

Puesta a tierra: Verde-amarillo.

Neutro: Celeste [8].

3.7.3. Factores de dimensionamiento.

3.7.3.1. Caída de tensión máxima admisible.

De acuerdo con las regulaciones de la empresa proveedora de energía, la caída de tensión deberá mantenerse dentro de los siguientes límites:

Iluminación: 4% total (2% troncal y 2% ramal).

Fuerza motriz: 5% total (4% troncal y 1% ramal).

3.7.3.2. Corriente máxima admisible.

Para evitar sobrecalentamiento, los conductores deben soportar la corriente máxima de operación. Además, se deben considerar los picos de corriente durante el arranque de motores, ya que pueden exceder brevemente la corriente nominal. Se aplicarán factores de seguridad adecuados para proteger los conductores y asegurar el funcionamiento de las protecciones. [3]

3.7.4. Protocolo de dimensionamiento de conductores y protecciones.

En la siguiente sección se establece el protocolo a seguir para realizar los cálculos correspondientes para definir los elementos que unirán el transformador, el tablero general, los tableros principales, los tableros seccionales y las cargas específicas del v Municipal N°1 de Coronel Oviedo. Este protocolo abarca el dimensionamiento preciso de los conductores, el cálculo de las corrientes para cada circuito y la selección de las protecciones adecuadas para cada sección del sistema. La metodología aplicada asegurará que cada componente esté correctamente dimensionado para evitar sobrecargas y mejorar tanto la eficiencia como la seguridad de las instalaciones eléctricas. Además, el análisis permitirá evaluar la capacidad actual de los transformadores y determinar si es necesario ajustarla, considerando que la demanda eléctrica ha crecido, lo cual podría requerir una mayor capacidad de suministro para garantizar la operación segura y continua del sistema eléctrico en un entorno de alta concurrencia.

3.7.4.1. Cálculo de la sección del conductor.

Primero, se determina la sección del conductor utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{k \times P_{watt} \times l}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

Donde:

e%: Caída de tensión.

K: Constante si la carga es trifásica= 100 o monofásica = 200.

P: Potencia.

L : longitud.

ρ: densidad del cobre = $58 \text{ m}/(\Omega * \text{mm}^2)$

S : sección del conductor en mm^2 .

A partir de los resultados obtenidos en los cálculos previos, se seleccionarán conductores de la marca INPACO, tipo "F", de acuerdo con las especificaciones de la Tabla N° 4 del catálogo de la empresa. Los conductores utilizados para la alimentación serán unipolares de cobre, con aislamiento LSOH (Low Smoke Zero Halogen), son conductores multifilares y atóxicos, ideales para ambientes con alto tráfico. Estos cables estarán instalados en bandejas perforadas, tanto en posiciones horizontales como verticales, y se dimensionarán para operar de manera segura a una temperatura ambiente de 40°C.

3.7.4.2. Verificación de la sección por medio de la caída de tensión.

Con la sección del conductor determinada en el apartado anterior, se procede al cálculo de la caída de tensión, considerando los siguientes factores:

$$e\% = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S}$$

Donde:

e%: Caída de tensión.

K: Constante si la carga es trifásica= 100 o monofásica = 200

P: Potencia.

L : longitud.

ρ : densidad del cobre = $58 \text{ m}/(\Omega * \text{mm}^2)$

S : sección seleccionada en el ítem anterior.

Para validar la sección del conductor seleccionada en el apartado anterior, es necesario realizar una comprobación mediante una desigualdad que asegure la conformidad con los criterios de diseño. En esta validación, se compara que la caída de tensión admisible del conductor sea mayor que la caída de tensión real calculada en condiciones operativas. Este procedimiento garantiza que el conductor pueda mantener un rendimiento adecuado.

$$e\%_d > e\%_c$$

3.7.4.3. Cálculo de la corriente del circuito.

En esta etapa, se procede al cálculo de la corriente del sistema en estudio, tomando en cuenta los parámetros eléctricos y de carga establecidos en el diseño. Este cálculo es fundamental para dimensionar adecuadamente los componentes del circuito, asegurando que la corriente máxima esperada se mantenga dentro de los límites admisibles para el sistema.

Para cargas trifásicas:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi}$$

Para cargas monofásicas:

$$I_c = \frac{P}{U \times \cos \phi}$$

Donde:

I_C : Corriente de la carga.

P : Potencia de la carga.

U : La tensión del sistema trifásico.

$\cos \phi$: factor de potencia.

3.7.4.4. Selección de la protección.

A través de este proceso, se verifica que la capacidad de los conductores y de las protecciones sea suficiente para garantizar una operación segura y eficiente de la protección seleccionada.

Para llevar a cabo la verificación, se aplica la siguiente desigualdad:

$$I_C < I_P < I_{adm}$$

Donde:

I_C : Corriente de la carga.

I_p : Corriente de la protección.

I_{adm} : Corriente admisible por el conductor. [9]

Los cálculos utilizados para determinar las secciones de los conductores y las protecciones de los circuitos en el sistema eléctrico del Centro Comercial Municipal N°1 de Coronel Oviedo como así también los resultados de los valores obtenidos se detallan en el Anexo IV. Estos cálculos aseguran que tanto el dimensionamiento de los conductores como las protecciones seleccionadas cumplan con los requisitos de seguridad y eficiencia necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas en un entorno de alta concurrencia.

3.8. Presentación de las cargas relevadas de los locales comerciales.

Con el objetivo de obtener una visión clara y precisa de las necesidades energéticas de los locales comerciales en el Centro Comercial Municipal N°1, se llevó a cabo un relevamiento de las cargas eléctricas de cada uno de los establecimientos. Este proceso consistió en una serie de encuestas realizadas a los arrendatarios, quienes proporcionaron información detallada sobre los equipos eléctricos en uso, tales como iluminación, maquinaria, refrigeración y otros dispositivos que requieren alimentación eléctrica. Esto permitió una evaluación más precisa de la demanda energética de cada local, lo que es fundamental para dimensionar correctamente el sistema eléctrico y asegurar que la distribución de la energía se ajuste a las necesidades de los comerciantes.

Para facilitar la comparación y análisis de los datos recolectados, se utilizó una tabla de referencia de cargas, la cual sirvió como base para estimar el consumo de energía en función de los equipos más comunes en los diferentes tipos de comercios. A continuación, se presenta la tabla de referencia utilizada durante el relevamiento:

POTENCIAS(W)	HELADERA	300
	MICROONDAS	1500
	HORNO ELECTRICO	2700
	CONGELADORA-FREZZER	1500
	VENTILADOR DE TECHO/PIE	100
	COCINA ELECTRICA A INDUCCION	2000
	TOMA	100
	SIERRA ELECTRICA	1000
	MOLINO ELECTRICO	1000
	PICADOR DE CARNE	1200
	VITRINA DE CARNES	750
	CAMARA FRIGORIFICA DE CARNES	600
	LICUADORA	300
	BATIDORA	150
	FRITADORA	1200
	AA 12000	1500
	AA24000	3000
	TANQUE DE LECHE	1200
	AMASADORA	1000

	LAMPARA	100
	VISICOOLER	300

Tabla 3. Las potencias de referencia utilizadas para la computación de la carga actual.

Tras analizar los datos recopilados a través de las encuestas realizadas a los arrendatarios, se ha obtenido una potencia total de 514.250 vatios.

Este valor refleja el consumo de todos los equipos eléctricos en uso, incluyendo iluminación, maquinaria, sistemas de refrigeración, entre otros.

3.9. Propuesta de un sistema de suministro eléctrico y distribución de Tableros.

El suministro eléctrico llega en media tensión hasta la instalación, donde se propone la distribución mediante tres transformadores de 200 kVA cada uno. Cada transformador estará conectado a un tablero general independiente, permitiendo una distribución equilibrada de la carga y facilitando el control y la protección de cada sección de la instalación.

3.9.1. Tableros generales.

Se propone instalar tres tableros generales, cada uno asociado a uno de los transformadores. Estos tableros funcionarán como puntos de control y distribución primaria en baja tensión, asegurando una transferencia de energía estable y segura a las distintas áreas de la instalación. Esta disposición permite una distribución balanceada de la carga y facilita la administración y el control de cada sector de la instalación.

Cada tablero general está equipado con Interruptores de protección que aseguran la desconexión ante sobrecargas o fallas, protegiendo el sistema eléctrico.

3.9.2. Tableros principales.

Los tableros principales se encontrarán organizados por sectores y contarán con los medidores de energía para registrar el consumo eléctrico de cada área del mercado. La centralización de los medidores en los tableros principales facilita el acceso del personal de ANDE encargado de la lectura de consumo, permitiendo una recopilación rápida y precisa de datos. En este caso se encontrarán instalados un total de 15 tableros principales, cada uno diseñado para manejar de forma segura y eficiente la carga correspondiente a su sector.

3.9.3. Tableros seccionales.

En la instalación se proyectará un total de 289 tableros seccionales, 3 tableros seccionales para los baños correspondientes y 1 tablero para la iluminación general de la nave del centro comercial que reciben la energía desde los tableros principales. Para el dimensionamiento de los conductores que unen el tablero principal con el tablero seccional se utilizarán como mínima una sección de conductor de 4 mm², tanto para las fases, el neutro y el conductor de tierra correspondiente para cada local, esto para prever que en el futuro ante cualquier modificación o aumento de cargas el ramal pueda soportar dicho aumento.

3.9.4. Cuadro de cargas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos ordenando el cuadro de cargas de los transformadores, el tablero general, tablero principal y las cargas que pertenecen a cada transformador:

POTENCIA TOTAL	
DESCRIPCION	SUBTOTAL (W)
TABLERO GENERAL 1	175000
TABLERO GENERAL 2	158000
TABLERO GENERAL 3	177600
TOTAL	510600

Tabla 4. Potencia total proyectada.

3.9.4.1. Para el transformador 1:

TABLERO GENERAL 1.				
Pot. (W)	Corriente de carga	Sección mm ²	Corriente del conductor	Protección Regulable
175000	312,82	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 5. Tablero general 1.

Las cargas correspondientes:

TABLERO PRINCIPAL 10				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
80400	25	96	143,72	3X160

Tabla 6. Cuadro de carga del tablero principal 10.

TABLERO PRINCIPAL 6				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
15000	10	52	26,81	3X32

Tabla 7. Cuadro de carga del tablero principal 6.

TABLERO PRINCIPAL 1				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
40100	35	119	71,68	3X80

Tabla 8. Cuadro de carga del tablero principal 1.

TABLERO PRINCIPAL 7				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
12900	10	52	23,06	3X25

Tabla 9. Cuadro de carga del tablero principal 7.

TABLERO PRINCIPAL 2				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
26600	25	96	47,55	3X50

Tabla 10. Cuadro de carga del tablero principal 2.

3.9.4.2. Para el transformador 2:

TABLERO GENERAL 2.				
Pot. (W)	Corriente de carga	Sección mm ²	Corriente del conductor	Protección Regulable
158000	282,43	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 11. Tablero general 2.

Las cargas correspondientes:

TABLERO PRINCIPAL 12				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
26300	25	96	47,01	3X50

Tabla 12. Cuadro de carga del tablero principal 12.

TABLERO PRINCIPAL 3				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
22100	25	96	39,50	3X40

Tabla 13. Cuadro de carga del tablero principal 3.

TABLERO PRINCIPAL 8				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11900	10	52	21,27	3X25

Tabla 14. Cuadro de carga del tablero principal 8.

TABLERO PRINCIPAL 4				
Pot. (W)	Sección mm ²	Corriente del conductor	Corriente de carga	Protección (A)
64000	50	146	114,40	3X120

Tabla 15. Cuadro de carga del tablero principal 4.

TABLERO PRINCIPAL 9				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11300	6	37	20,20	3X25

Tabla 16. Cuadro de carga del tablero principal 9.

TABLERO PRINCIPAL 5				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
22400	16	71	40,04	3X45

Tabla 17. Cuadro de carga del tablero principal 5.

3.9.4.3. Para el Transformador 3:

TABLERO GENERAL 3.				
Pot. (W)	Corriente de carga	Sección mm ²	Corriente del conductor	Protección Regulable
177600	317,46	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 18. Tablero general 3.

Las cargas correspondientes:

TABLERO PRINCIPAL 11				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
44700	25	96	79,90	3X80

Tabla 19. Cuadro de carga del tablero principal 11.

TABLERO PRINCIPAL 14				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
21000	16	71	37,54	3X40

Tabla 20. Cuadro de carga del tablero principal 14.

TABLERO PRINCIPAL 13				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
100900	70	188	180,36	3X185

Tabla 21. Cuadro de carga del tablero principal 13.

TABLERO PRINCIPAL 15				
Pot. (W)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11000	10	52	19,66	3X20

Tabla 22. Cuadro de del tablero principal 15.

3.9.5. Dimensionamiento de las bandejas portacables.

Las bandejas portacables representan una solución técnica integral para la distribución y organización del cableado eléctrico en instalaciones comerciales como del Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo. Este sistema garantiza la adecuada conducción de cables eléctricos, protegiéndolos de daños mecánicos, agentes externos y riesgos de sobrecalentamiento, además en los lugares donde coinciden con las luminarias se pueden colgar de ellas utilizándolas como un soporte mecánico, estas bandejas son esenciales para un entorno con alta densidad de usuarios y equipos eléctricos.

Teniendo en cuenta la norma INTN [5], los cables deben ser dispuestos preferentemente en una sola camada, con esto se evita la aplicación de un factor de corrección a los conductores.

3.9.5.1. Dimensiones de las bandejas proyectadas.

Las bandejas portacables que se utilizarán en la instalación serán metálicas y de tipo ranurado, seleccionadas y dimensionadas de acuerdo con la cantidad de cables que deberán soportar. Estas bandejas estarán adosadas por las estructuras de hormigón armado en los sectores principales y suspendidas con cables de acero galvanizado en los sectores centrales de la nave, además en los lugares donde coincidan con la ubicación de las luminarias estos pueden servir de soporte para colgar las luminarias.

Para el cálculo de la bandeja a utilizar se realizó una suma del diámetro de los conductores más un treinta por ciento de espacio adicional de manera que no esté sobrecargado las bandejas. Se realizaron el dimensionamiento de las bandejas por separado de los tableros generales a los principales y de los tableros principales a los seccionales. Seguidamente se presentan lo elementos principales que serán utilizados en la proyección de las bandejas portacables perforadas.

BANDEJAS PORTACABLES
BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50MM X 3METROS
BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50MM X 3METROS
BULON CON TRABA TUERCA Y ARANDELA 1/4x1/2
CURVA HORIZONTAL 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM
CURVA HORIZONTAL 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM
CURVA VERTICAL EXTERNA 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM
CURVA VERTICAL EXTERNA 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM
CURVA VERTICAL INTERIOR 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM
CURVA VERTICAL INTERIOR 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM
TEE HORIZONTAL P/ BANDEJA PERFORADA DE 300x50 MM
TEE HORIZONTAL P/ BANDEJA PERFORADA DE 600x50 MM
KIT UNION P/ BANDEJA PERFORADA DE 300MM
KIT UNION P/ BANDEJA PERFORADA DE 600MM
SOPORTE MENSULA P/BANDEJA PERFORADA 300MM-MANO FRANCESA
SOPORTE MENSULA P/BANDEJA PERFORADA 600MM-MANO FRANCESA

Tabla 23. Principales elementos proyectados bandejas perforadas portacables.

3.9.5.2. Sistema de puesta a tierra.

En este proyecto, no se realizó el cálculo del sistema de puesta a tierra debido a las limitaciones relacionadas con el terreno, como la falta de mediciones de resistividad del suelo y los permisos necesarios para llevarlas a cabo. Sin embargo, se recomienda la contratación de un estudio especializado para garantizar que el sistema de puesta a tierra cumpla con las normativas técnicas vigentes y los valores mínimos requeridos de resistencia.

A pesar de estas limitaciones, se realizaron los cálculos necesarios para dimensionar los conductores del sistema de puesta a tierra, considerando su correcta integración con las protecciones eléctricas. Estos detalles están debidamente especificados en los planos y en el cuadro de cargas que forman parte de este proyecto.

3.9.6. Denominación de los planos.

En la siguiente sección se presenta una descripción detallada de cada uno de los planos elaborados, explicando sus características específicas y su propósito dentro del proyecto. Cabe destacar que el Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo no contaba originalmente con planos de ningún tipo.

Gracias al proyecto de extensión realizado por los alumnos de Ingeniería Civil, se lograron desarrollar los planos arquitectónicos, los cuales sirvieron como base para la elaboración de los planos eléctricos que se describen a continuación. Estos documentos se adjuntan al presente libro para complementar la información técnica del proyecto.

DENOMINACION DE LOS PLANOS	
DENOMINACION	DESCRIPCION
IE-00	Plano del Centro Comercial con Numeración de los locales.
IE-01	Plano del Tablero General al Tablero Principal.
IE-02	Plano del Tablero Principal al Tablero Seccional.
IE-03	Distribución de Bandejas Portacables 1.
IE-04	Distribución de Bandejas Portacables 2.
IE-05	Diagrama unifilar 1.
IE-06	Diagrama unifilar 2.
IE-07	Diagrama unifilar 3.
IE-08	Sistema de Iluminación-ubicación de luminarias
IE-09	Sistema de Iluminación- puntos de Iluminancia.

Tabla 24. Plano arquitectónico y de la instalación eléctrica.

Toda la simbología empleada en los planos ha sido cuidadosamente seleccionada conforme a las especificaciones establecidas en el Reglamento de Baja Tensión de la ANDE [3]. Este enfoque garantiza una representación gráfica uniforme y estandarizada de los elementos eléctricos, lo que facilita su interpretación técnica y asegura la coherencia en la documentación.

3.10.Presupuesto.

El presupuesto es una etapa clave para garantizar la viabilidad financiera y técnica del proyecto de mejoramiento de la instalación eléctrica del Centro Comercial N°1. Dada la magnitud del proyecto, el análisis se centra en determinar el costo total de los materiales necesarios, tales como luminarias, conductores, tableros, bandejas portacables, junto con los gastos asociados a la mano de obra calificada y los servicios de supervisión técnica. Además, este enfoque asegura que todas las soluciones estén alineadas con las normativas nacionales e internacionales, garantizando tanto la seguridad como la eficiencia energética.

A continuación, se presenta una tabla detallada con los materiales, costos estimados y los costos de mano de obra, que constituye la base para evaluar la inversión total requerida para este proyecto.

PRESUPUESTO DE CONDUCTORES			
CONDUCTORES ATOXICO	CANTIDAD (m)	PRECIO UNIT	SUBTOTAL
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 4 MM2 750V - INPACO	18.753	4.738	88.851.714
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 6 MM2 750V - INPACO	3.410	7.039	24.002.990
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 10 MM2 750V - INPACO	4.050	13.427	54.379.350
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 16 MM2 750V - INPACO	2.063	25.474	52.552.862
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 25 MM2 750V - INPACO	2.330	36.660	85.417.800
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 35 MM2 750V - INPACO	650	49.724	32.320.600
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 50 MM2 750V - INPACO	410	65.894	27.016.540
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 70 MM2 750V - INPACO	565	94.630	53.465.950
CABLE MULTIFILAR ATOXICO 185 MM2 750V - INPACO	150	273.190	40.978.500
TOTAL			458.986.306

Tabla 25. Presupuesto de conductores.

Propuesta de mejoramiento de la Instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de Coronel
Oviedo. José – 2024.

PRESUPUESTO DE PROTECCIONES				
ITEM	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	CANTIDAD	PRECIO UNIT	SUBTOTAL
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x 10A	402	15.211	6.114.822
2	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x16A	48	17.450	837.600
3	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x20A	58	18.325	1.062.850
4	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x25A	18	20.620	371.160
5	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x32A	28	25.650	718.200
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x40A	4	30.159	120.636
7	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x50A	12	34.752	417.024
8	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1x63A	4	38.254	153.016
9	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3x25A	4	39.914	159.656
10	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3x32A	6	43.168	259.008
11	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3x40A	4	46.422	185.688
12	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3x50A	4	51.817	207.268
13	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3x80A	2	128.300	256.600
14	INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA FIJO 3x125A	1	451.961	451.961
15	INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA FIJO 3x160A	1	459.251	459.251
16	INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA FIJO 3x185A	1	650.125	650.125
17	INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA REGULABLE 3x(250/400)	3	1.524.060	4.572.180
18	LUMINARIA LED LINEAR 50W 5000K 8.580 LM - ZAGONEL	73	1.153.000	84.169.000
TOTAL				101.166.045

Tabla 26. Presupuesto de protecciones y luminarias.

MATERIALES PARA BANCO DE CAPACITORES				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT	SUBTOTAL
1	Capacitor trifásico 5 kVAR	3	224.128	672.384
2	Capacitor trifásico 10 kVAR	6	321.773	1.930.638
3	Capacitor trifásico 20 kVAR	9	513.787	4.624.083
4	Controlador automático de factor de potencia	3	1.254.329	3.762.987
5	Contactador para capacitor de 5 kVAR	3	96.520	289.560
6	Contactador para capacitor de 10 kVAR	6	154.896	929.376
7	Contactador para capacitor de 20 kVAR	9	204.111	1.836.999
8	Fusible para capacitor de 5 kVAR	3	36.587	109.761
9	Fusible para capacitor de 10 kVAR	6	57.042	342.252
10	Fusible para capacitor de 20 kVAR	9	87.563	788.067
11	Bases portafusibles NH	18	86.500	1.557.000
12	Tablero metálico Modular c/placa monta de 1200/800x400mm	3	5.000.000	15.000.000
13	Transformadores de corriente (TC) 100/5A	9	175.421	1.578.789
14	Barras colectoras de cobre 30x10mmx1m	3	56.820	170.460
15	Bornes de conexión	3	25.460	76.380
16	Cable de potencia 4 mm ²	9	8.000	72.000
17	Cable de potencia 6 mm ²	18	12.350	222.300
18	Cable de potencia 10 mm ²	27	21.000	567.000
20	Interruptor termomagnético trifásico 3x63 A	3	54.600	163.800
21	Etiquetas identificadoras	3	50.000	150.000
TOTAL				34.843.836

Tabla 27. Presupuesto del banco de capacitores.

Propuesta de mejoramiento de la Instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de Coronel
Oviedo. José – 2024.

PRESUPUESTO DE BANDEJAS PORTACABLES Y ACCESORIOS				
ITEM	BANDEJAS PORTACABLES	CANTIDAD	PRECIO UNIT	SUBTOTAL
1	BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50MM X 3METROS	321	234.275	75.202.275
2	BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50MM X 3METROS	230	344.279	79.184.170
3	BULON CON TRABA TUERCA Y ARANDELA 1/4x1/2	220	822	180.840
4	CURVA HORIZONTAL 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM	85	91.455	7.773.675
5	CURVA HORIZONTAL 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM	40	140.500	5.620.000
6	CURVA VERTICAL EXTERNA 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM	60	38.109	3.239.265
7	CURVA VERTICAL EXTERNA 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM	100	184.687	7.387.480
8	CURVA VERTICAL INTERIOR 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 300X50 MM	60	93.744	5.624.640
9	CURVA VERTICAL INTERIOR 90° P/ BANDEJA PERFORADA TIPO C 600X50 MM	100	53.047	5.304.700
10	TEE HORIZONTAL P/ BANDEJA PERFORADA DE 300x50 MM	55	78.836	4.335.980
11	TEE HORIZONTAL P/ BANDEJA PERFORADA DE 600x50 MM	94	233.758	21.973.252
12	KIT UNION P/ BANDEJA PERFORADA DE 300MM	330	16.258	5.365.140
13	KIT UNION P/ BANDEJA PERFORADA DE 600MM	100	54.690	5.469.000
14	SOPORTE MENSULA P/BANDEJA PERFORADA 300MM-MANO FRANCESA	107	29.181	3.122.367
15	SOPORTE MENSULA P/BANDEJA PERFORADA 600MM-MANO FRANCESA	78	98.181	7.658.118
TOTAL				237.440.902

Tabla 28. Presupuesto de las bandejas portacables y accesorios.

Propuesta de mejoramiento de la Instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de Coronel
Oviedo. José – 2024.

MATERIALES PARA MEDIA TENSION				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT	SUBTOTAL
1	ARANDELA CUADRADA DE 2"x2"x11/16" AC-5	5	3.200	16.000
2	BULON CAB HX AC 1/2 x 4 1/2"	2	5.900	11.800
3	BULON CAB HX AC 5/8" X 9"	1	12.500	12.500
4	BULON CAB HX AC 5/8" X 6" 1/2"	1	11.000	11.000
5	CABLE AISLADO FLEXIBLE Cu 70mm ²	10	69.000	690.000
6	CABLE DESNUDO Cu duro 25 mm ²	35	27.000	945.000
7	CABLE AISLADO FLEXIBLE Cu 35mm ²	15	18.000	270.000
8	CONECTOR A COMPRESION AL-CU 70/35-70/35 mm ² .	1	11.000	11.000
9	CRUCETA POLMERICA 3X4 x2,4m. M.T	2	260.000	520.000
10	HERRAJE PARA SECCIONADOR FUSIBLE NH	1	23.000	23.000
11	DESCARGADOR DE SOBRETENDON 23 KV MT	3	400.000	1.200.000
12	ELEMENTO FUSIBLE MT SA 5A	3	18.000	54.000
13	JABALINA CILINDRICA COBREADA	3	86.000	258.000
14	MANO FRANCESA P/ POSTE PA MT	2	74.000	148.000
15	PRENSA LINEA IVA P/ESTRIBO LINEA PROTEGIDA	2	61.000	122.000
16	PRENSA PARALELA CU 95/38mm	9	61.000	549.000
17	SECCIONADOR FUSIBLE MT 100A	3	51.900	155.700
18	SECCIONADOR FUSIBLE BT	6	792.000	4.752.000
19	SOPORTE PLANCHUELA 5/16"x3"	2	812.000	1.624.000
20	POSTE DE H A9-500	1	1.000.000	1.000.000
21	POLVO PARA SOLDADURA EXOTERMICA	2	32.000	64.000
22	TERMINAL, A COMPRESION P/CABLE Cu 35 mm ²	9	37.000	333.000
23	Transformador de 200kVA	1	48.000.000	48.000.000
TOTAL				60.770.000

Tabla 29. Presupuesto de los materiales MT.

PRESUPUESTO TOTAL				
ITEM	DESCRIPCION DE PRODUCTOS	CANTIDAD	PRECIO UNIT	SUBTOTAL (Guaranies)
1	Instalación de bocas y montaje de las Luminarias	73	254.000	18.542.000
2	Instalación y montaje de bandejas 600mm, uniones, soporte/mano francesas	321	275.000	88.275.000
3	Instalación y montaje de bandeja 300mm, uniones, soporte/mano francesas	230	155.000	35.650.000
4	Instalación y montaje de transformador de 200kva, llegada tipo 5	1	11.800.000	11.800.000
5	Instalación y montaje de conductores de 4 a 10 mm ² en las bandejas	8730	11.000	96.030.000
6	Instalación y montaje de conductores de 16 a 25 mm ² en las bandejas	900	16.500	14.850.000
7	Instalación y montaje de conductores de 35 a 70 mm ² en las bandejas	345	26.000	8.970.000
8	Instalación y montaje de conductores de 90 a 185 mm ² en las bandejas	150	95.000	14.250.000
9	Instalación montaje de banco de capacitores	1	4.500.000	4.500.000
Total				292.867.000

Tabla 30. Presupuesto de mano de obra.

En esta sección se definirá cual será el monto total requerido para la implementación de las mejoras en el centro comercial N°1 de la ciudad de Coronel Oviedo.

Propuesta de mejoramiento de la Instalación eléctrica del Centro Comercial N°1 de Coronel
Oviedo. José – 2024.

PRESUPUESTO TOTAL		
ITEM	DESCRIPCION DE PRODUCTOS	SUBTOTAL (Guaranies)
1	MATERIALES PARA MEDIA TENSION	60.770.000
2	PRESUPUESTO DE BANDEJAS PORTACABLES Y ACCESORIOS	237.440.902
3	PRESUPUESTO DE PROTECCIONES	101.166.045
4	PRESUPUESTO DE BANCO DE CAPACITORES	34.843.836
5	PRESUPUESTO DE CONDUCTORES	458.986.306
6	COSTO DE INSTALACION Y MONTAJE	292.867.000
7	IMPREVISTO (5%)	59.303.704
TOTAL (Guaranies)		1.245.377.793

Tabla 31. Resumen del costo del Proyecto total de Mejoras.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

El del Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo, un punto clave para la economía local, presenta serias deficiencias en su infraestructura eléctrica. Estas limitan la operatividad de los comerciantes y ponen en riesgo la seguridad de todos los usuarios. Entre los problemas identificados destacan:

- Instalaciones improvisadas y fuera de norma.
- Falta de protección adecuada en tableros eléctricos.
- Iluminación deficiente en los pasillos principales, que afecta tanto la funcionalidad como la seguridad del Centro Comercial.

Evaluación de la infraestructura eléctrica actual.

- **Transformadores:** Se dispone de dos transformadores de 200 kVA cada uno, pero operan sin sistema de puesta a tierra tanto de protección ni de servicio. Esto compromete la estabilidad del sistema
- **Tableros eléctricos:** Los tableros presentan materiales inapropiados (uno está construido en madera), conductores deteriorados, empalmes deficientes y conexiones expuestas. No se realizaron mantenimientos ni verificación del buen funcionamiento de la instalación.
- **Iluminación:** Los locales actualmente ocupados cuenta con buena iluminación, por otro lado, los pasillos del Centro Comercial tienen un nivel de iluminancia promedio de tan solo 33,88 lux (muy por debajo de los 100 lux recomendados por la norma UNE 12464-1), y la uniformidad es 0, indicando una distribución deficiente.

Identificación de problemas.

- **Deficiencias técnicas:** Falta de documentación técnica, instalaciones improvisadas y protecciones inadecuadas.

- **Riesgos eléctricos:** Conductores expuestos y sistemas sin puesta a tierra.

Propuesta técnica.

- **Diseño eléctrico:** Se desarrollaron cálculos precisos para dimensionar conductores, protecciones y componentes clave. Se emplearon normas nacionales (INTN, ANDE) e internacionales (UNE).
- **Iluminación:** La simulación con DIALux Evo propuso instalar 73 luminarias LED de 50W, alcanzando 124 lux promedio y 0,42 de uniformidad, lo que mejora significativamente la visibilidad.
- **Optimización de distribución:** Redistribución de cargas entre los transformadores, operando a un promedio de 90% de su capacidad nominal, lo cual deja un margen para expansiones futuras.
- **Bandejas portacables:** Se integraron bandejas metálicas para organizar el cableado eléctrico, protegiendo los conductores de daños mecánicos y garantizando un entorno más seguro.

Presupuesto.

Se elaboró un presupuesto detallado que incluye todos los elementos necesarios para la ejecución del proyecto. En este cálculo se tuvieron en cuenta los costos de materiales, la mano de obra requerida, y otros gastos asociados, como transporte, herramientas y accesorios indispensables para garantizar la correcta implementación del sistema.

El monto total de inversión proyectado para los materiales asciende a 1.245.377.793

guaraníes, que en el cambio actual de la fecha en dólares es de 158,646.85 \$ considerando precios actuales de mercado y la calidad de los componentes especificados para cumplir con los estándares establecidos. Este valor representa un desglose detallado que asegura la transparencia en la gestión de recursos y la viabilidad económica del proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusión.

El proyecto aborda de manera integral las deficiencias eléctricas del Centro Comercial N°1, presentando una solución que mejora significativamente la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad del sistema eléctrico.

Se destaca el uso de herramientas avanzadas como DIALux Evo para el diseño del sistema de iluminación, lo cual garantiza condiciones óptimas para comerciantes y visitantes. Además, la redistribución de la carga entre los transformadores y la selección de materiales y componentes adecuados aseguran la estabilidad del suministro eléctrico incluso ante un aumento futuro en la demanda. Se destaca la elaboración de todos los planos en software CAD, incluyendo detalles como cotas, distribución de cargas, diagrama unifilar, cuadro de cargas y ubicación de luminarias. Actualmente, la administración carece de estos planos, lo que resalta la importancia de contar con una documentación técnica precisa para garantizar un mantenimiento adecuado y planificar futuras expansiones.

5.2. Recomendaciones.

Es crucial que las mejoras se implementen bajo la supervisión de especialistas en instalaciones eléctricas para garantizar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento eléctrico que incluya inspecciones regulares a transformadores, tableros y sistemas de iluminación, reduciendo el riesgo de fallos futuros.

Diseñar e instalar un sistema de puesta a tierra dedicado a proteger a los usuarios y equipos contra fallos eléctricos, además de asegurar la continuidad del neutro, asegurando que las masas metálicas queden conectadas a tierra y que las tensiones de contacto y paso cumplan con la normativa INTN.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] C. E. R. Lujan, Propuesta de mejoramiento de las instalaciones electricas para la protección contra riesgos eléctricos en el mercado el inca ubicado en la victoria Chiclayo-Lambayeque, Lambayeque-Perú, 2022.
- [2] K. E. J. Ramos, “Desarrollo de las Instalaciones Eléctricas del Mercado de abasto del Distrito Encañada-Cajamarca”, lima-Perú, 2021.
- [3] Administración Nacional de Eléctricidad., Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión., Asunción, 1976.
- [4] Administración Nacional de Eléctricidad., Pliego de tarifa 21., Asunción, 2017.
- [5] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología., Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión Norma Paraguaya NP 202813., Asunción, 2013.
- [6] A. Riva, Mediciones de iluminación por el método de la cuadrícula., Buenos Aires, 2012.
- [7] Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE), Norma UNE 12464.1 - Norma europea sobre la iluminación para Interiores.
- [8] N. y. M. Instituto Nacional de Tecnología, INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.Norma Paraguaya NP 2 028 13, Asunción, 2013.
- [9] M. F. LEIVA AGUILERA, Elaboración del Proyecto Ejecutivo de la Instalación Eléctrica del bloque de aulas del futuro edificio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicado en la ciudad de Coronel Oviedo., Coronel Oviedo., 2023.
- [10] Minipa, Luxometro digital. Manual de Instrucciones..
- [11] «Infoleg. Información legislativa.,» 25 1 2012. [En línea]. Available: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/190000-194999/193616/norma.htm>. [Último acceso: 29 4 2024].
- [12] WEG., Capacitores. Corrección de factor de potencia - 50 Hz., Jaraguá do Sul.
- [13] INPACO, INPACO- CATALOGO DE PRODUCTOS, Asunción, 2021.

7. Anexo.

7.1. Anexo I.

7.1.1. Medición de la iluminancia de la nave del centro comercial municipal.

En el interior de la nave del Centro Comercial de Coronel Oviedo se encuentran diversos locales de venta de productos en diferentes rubros, tales como carnicerías, productos medicinales naturales, frutas y verduras, comedores, etc. Cada local dispone de su propio sistema de iluminación; sin embargo, se ha identificado una deficiencia notable de iluminación en los pasillos principales. Esta carencia en los pasillos resulta especialmente problemática dado que los comerciantes comienzan sus actividades de preparación a horas tempranas, algunos incluso a partir de las 3 a.m., lo que requiere condiciones óptimas de visibilidad.

La nave del Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo tiene un área general total con las siguientes dimensiones:

Nave del Centro Comercial N°1.	
LARGO	77 m
ANCHO	48.5 m
ALTURA	4.85 m

Tabla 32. Dimensiones de la Nave del Centro Comercial N°1.

7.2. Procedimiento para evaluación de la calidad de iluminación.

Para asegurar que el nivel de iluminación en las áreas del Centro Comercial cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad, se ha planificado un proceso de mediciones detalladas de la iluminancia en los pasillos, las mediciones se realizarán cada 5 metros recorrido todos los pasillos, lo cual permitirá obtener datos precisos sobre la intensidad de luz disponible en cada área.

La medición de la iluminancia se llevará a cabo utilizando un luxómetro modelo MLM-1011 de Minipa [10]., equipo especializado en registrar la intensidad lumínica en lux. Los resultados obtenidos serán evaluados de acuerdo con la normativa vigente para determinar si el nivel de iluminación cumple con los requisitos mínimos para reducir riesgos incidentes asociados a la mala iluminación.

En la siguiente tabla se describe las especificaciones técnicas del luxómetro:

Especificaciones Generales	
Rango de medición	2000Lux, 20000Lux (lectura x10), 50000Lux (lectura x100)
Precisión	$\pm (4\% + 0,5\% \text{ fs})$; $\pm (5\% + 10\text{D})$ por encima de 10000Lux
Resolución	1Lux, 10Lux, 100Lux
Pantalla	LCD 3 1/2 Dígitos (2000 Cuentas).
Tasa de medida	aprox. 2 veces / s.
Sensor	Fotodiodo de silicio.
Duración de la batería	200 horas (alcalina).
Dimensiones	Instrumento - 118 (A) x 70 (L) x 29 (P) mm; sensor - 110 (A) x 60 (L) x 28 (P) mm;

Tabla 33. Especificaciones Generales del Luxómetro MINIPA MLM1011.



Figura 17. Luxómetro MINIPA MLM1011.

A continuación, se presentan los valores registrados en cada punto de medición, con un intervalo de cinco metros entre cada lectura para mantener la consistencia y precisión en la evaluación de los niveles de iluminación en los pasillos.

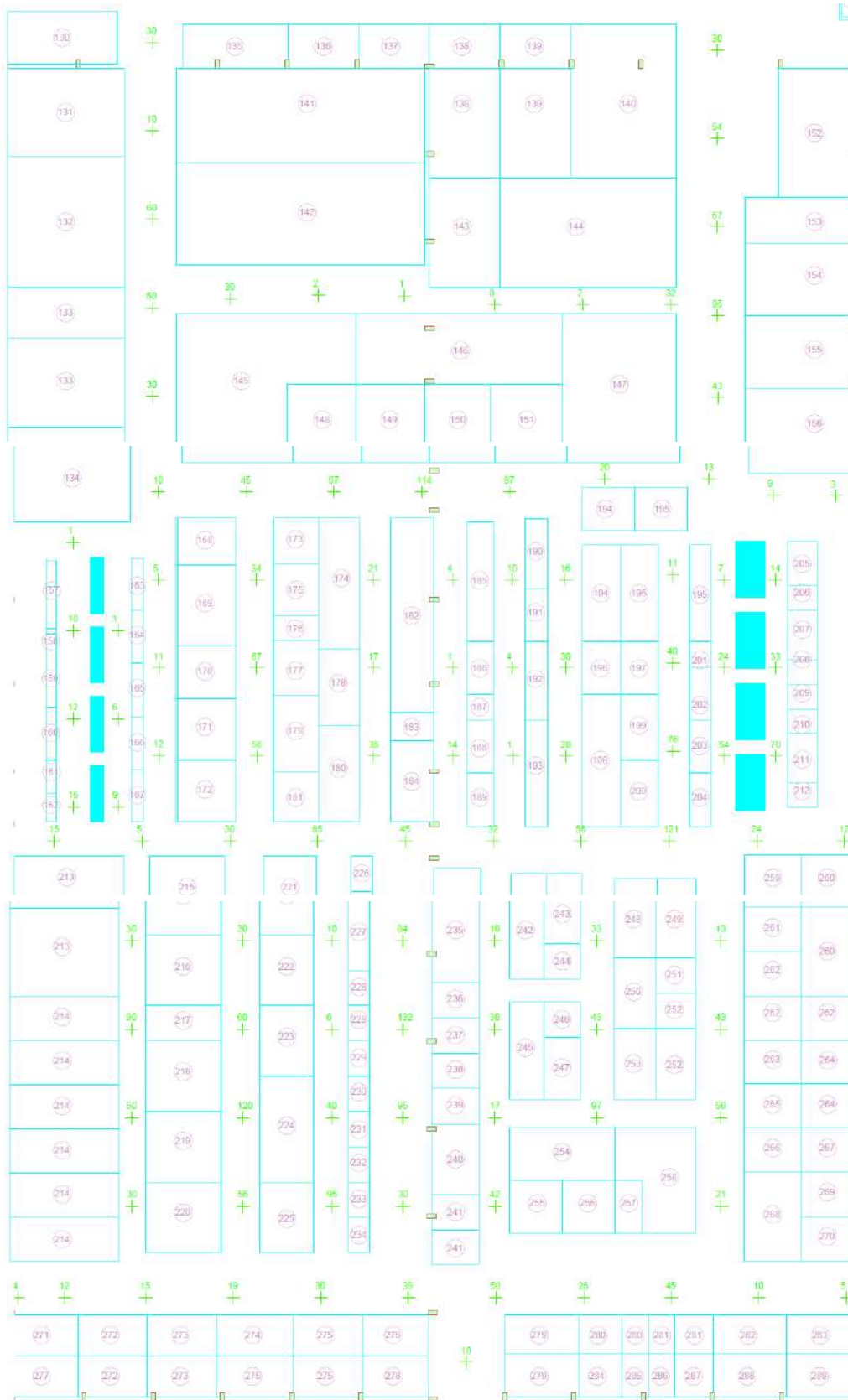


Figura 18. Puntos de medición de iluminación.

Con los valores obtenidos en las mediciones, se procede a calcular el promedio de la iluminancia registrada en la nave del Centro Comercial. Este promedio permitirá evaluar el nivel de iluminación general en las áreas de circulación y determinar si cumple con los estándares establecidos.

los pasos para aplicar la metodología de medición de niveles mínimos de iluminación, siguiendo los cálculos establecidos en la resolución SRT 84/12 [11].

La fórmula utilizada para calcular el nivel de iluminancia media es la siguiente:

$$Em: \frac{\textit{Sumatoria de los puntos de medición}}{\textit{cantidad de puntos medidos}}$$

$$Em: \frac{3693}{109} = 33.88 \text{ Lux}$$

El nivel de iluminancia media obtenido en los pasillos de la nave del Centro Comercial es de 33,88 lux. Este valor refleja el promedio de iluminación en las áreas de circulación, pero para una evaluación completa de las condiciones lumínicas, es igualmente importante calcular la uniformidad de la iluminación. La uniformidad permite determinar la consistencia de los niveles de luz a lo largo de todo el espacio, evitando áreas con insuficiente visibilidad que puedan afectar la seguridad y comodidad de los comerciantes y clientes.

A continuación, se realizará el cálculo de la uniformidad de la iluminancia, lo cual proporcionará una visión integral de la distribución lumínica y facilitará la identificación de mejoras necesarias en el sistema de iluminación.

$$\textit{Uniformidad de la iluminancia} = \frac{\textit{Iluminancia minima}}{\textit{Iluminancia media}}$$

$$U = \frac{0}{33,88} = 0$$

Al aplicar la fórmula de cálculo, se obtuvo un nivel de uniformidad de 0 % en toda el área de los pasillos. Este resultado indica una distribución completamente inconsistente de la iluminación, con grandes variaciones en los niveles de luz a lo largo del espacio. La falta de uniformidad implica que algunas áreas pueden estar significativamente menos iluminadas que otras. Este nivel de uniformidad es crítico, esto indica la necesidad de ajustes en el sistema de iluminación para lograr una distribución más homogénea y eficiente, de acuerdo con los estándares de iluminación para espacios comerciales de alta concurrencia.

De acuerdo con la norma UNE 12464-1 [7], que establece los niveles mínimos de iluminación recomendados para distintos tipos de espacios de trabajo, se realizó una comparación entre los valores ideales y los valores obtenidos en los pasillos. Esta norma sugiere un nivel de iluminancia mínimo de 100 lux para áreas de circulación en entornos comerciales, con una uniformidad mínima de 0,4 para garantizar una distribución homogénea de la luz.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los valores recomendados por la norma y los valores reales obtenidos en el área de los pasillos:

NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDA NORMA UNE 12464-1				
AREA	VALOR RECOMENDADO		VALOR MEDIDO	
	Em (lux)	UNIFORMIDAD	Em (lux)	UNIFORMIDAD
Punto de ventas GENERAL	100	0,40	33,88	0

Tabla 34. Comparación de los niveles de iluminancia medidos comparados con la Norma UNE.

Esta comparación evidencia que los valores actuales de iluminación en los pasillos están muy por debajo de los niveles recomendados, lo que indica una necesidad urgente de mejorar el sistema de iluminación para cumplir con los estándares de seguridad y visibilidad adecuados para un entorno comercial.

7.3. Anexo II.

7.3.1. Propuesta de nuevo esquema de iluminación para el Centro Comercial N°1.

Tras realizar el análisis de los niveles de iluminación en el Centro Comercial N°1 en el anexo I, se ha comprobado que la instalación actual no alcanza los valores mínimos establecidos por la norma UNE 12464-1 [7], que especifica los requisitos de iluminación en áreas de trabajo para garantizar visibilidad adecuada y seguridad en los espacios. Con el objetivo de corregir esta deficiencia, se ha desarrollado un nuevo esquema de iluminación, diseñado y optimizado mediante el uso de DIALux Evo, un software avanzado en simulación de iluminación. Esta herramienta permite calcular y visualizar el comportamiento de las luminarias en el espacio real, asegurando que las condiciones finales cumplan con los parámetros normativos. Para esta propuesta, se ha seleccionado una luminaria LED específica, caracterizada por su eficiencia energética y larga vida útil, que se adapta adecuadamente a las necesidades del Centro Comercial. A continuación, se describen sus principales características técnicas, que han sido optimizadas para proporcionar una distribución uniforme de luz y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA LUMINARIA.	
Potencia	50 W
Modelo	ZL-6731
Temperatura de Color	4000 K
Flujo Luminoso Efectivo	7750 lm
Eficacia Luminosa	155LM/W
Angulo de Irradiación luminosa	120°
Tensión de alimentación	100-250 V; 50-60 Hz
Factor de Potencia	mayor a 0,98
Distorsión Armónica de Corriente	menor al 15%
Fuente de Luz	Led SMD
Vida útil del Led	54.000 hs
Lente	Policarbonato
Índice de Reproducción Cromática	80
Estructura Principal - Disipador	Aluminio Inyectado
Grado de protección contra impactos	IK10
Grado de protección	IP 40
Temperatura de operación	menos 30 grados a 50 grados
Peso del producto	1,580 Kg

Tabla 35. Especificaciones técnicas de la Luminaria.

LÂMPADA DE LED TUBULAR **50W**



Figura 19. Imagen de referencia de la Luminaria.

Dimensionais

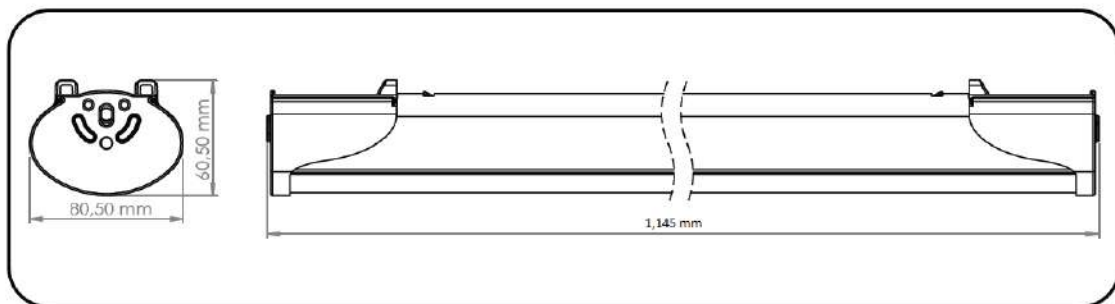


Figura 20. Dimensiones de la Luminaria.

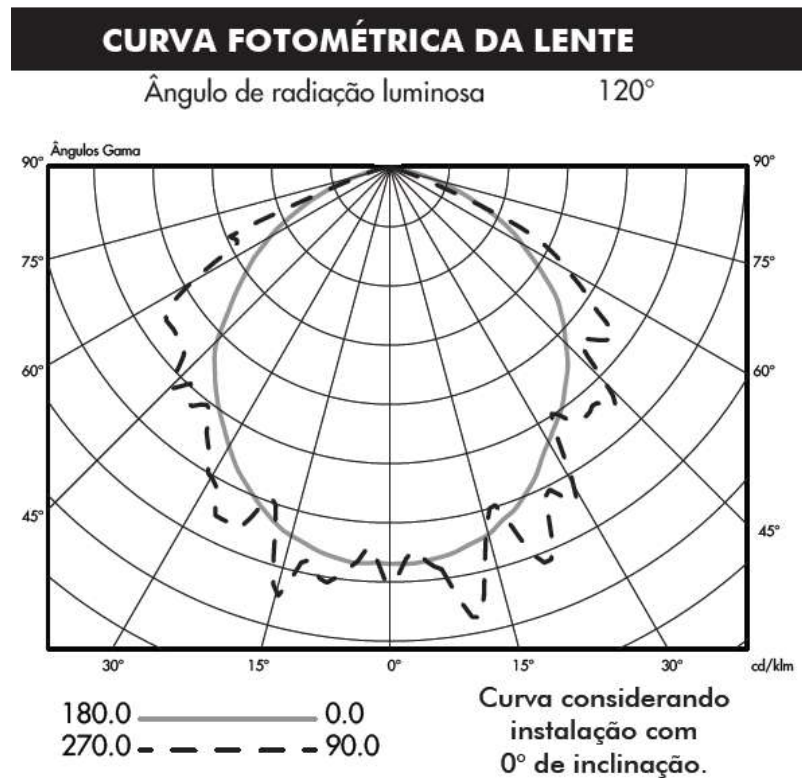


Figura 21. Curva fotométrica del Lente.

7.3.2. Análisis y resultados del nuevo esquema de iluminación con DIALux Evo.

Para asegurar que el nuevo sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial N°1 cumpla con los estándares de la norma UNE 12464-1 [7], se realizó una simulación detallada mediante el software DIALux Evo. Este análisis permitió evaluar la distribución y niveles de iluminación en cada, considerando factores clave como la uniformidad de luz, los ángulos de emisión y la potencia requerida para optimizar el consumo energético.

Para el desarrollo de este proyecto de iluminación, se ha identificado y definido el área específica del Centro Comercial N°1 que requiere optimización lumínica. A continuación, se presenta el plano de la zona a iluminar, el cual servirá de base para los cálculos en el software DIALux Evo:

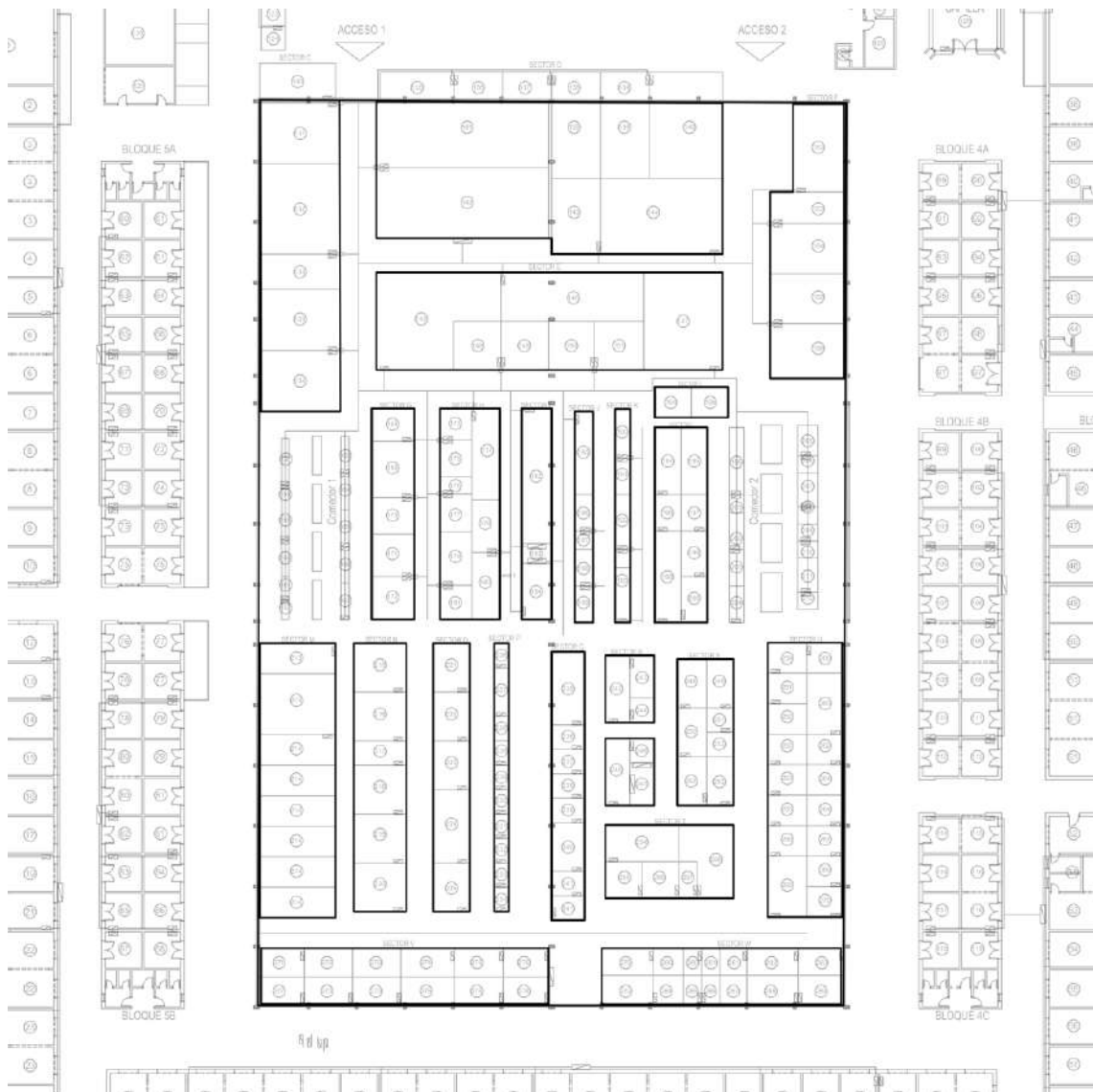


Figura 22. Plano de la Nave del Centro Comercial N°1.

La Nave industrial tiene unas dimensiones de 74 metros de largo por 48 metros de ancho aproximadamente. Esta área incluye las zonas de tránsito principales, pasillos y áreas de trabajo de los puestos comerciales.

Tras el diseño y análisis en DIALux Evo, se definió la instalación de un total de 73 luminarias lineales de 50W cada una, seleccionadas para optimizar la distribución de luz en el Centro Comercial N°1. Las luminarias fueron instaladas a una altura de 4,850 metros, lo cual asegura una cobertura adecuada y homogénea en las áreas requeridas.

La ubicación de las luminarias se puede observar en la siguiente imagen:

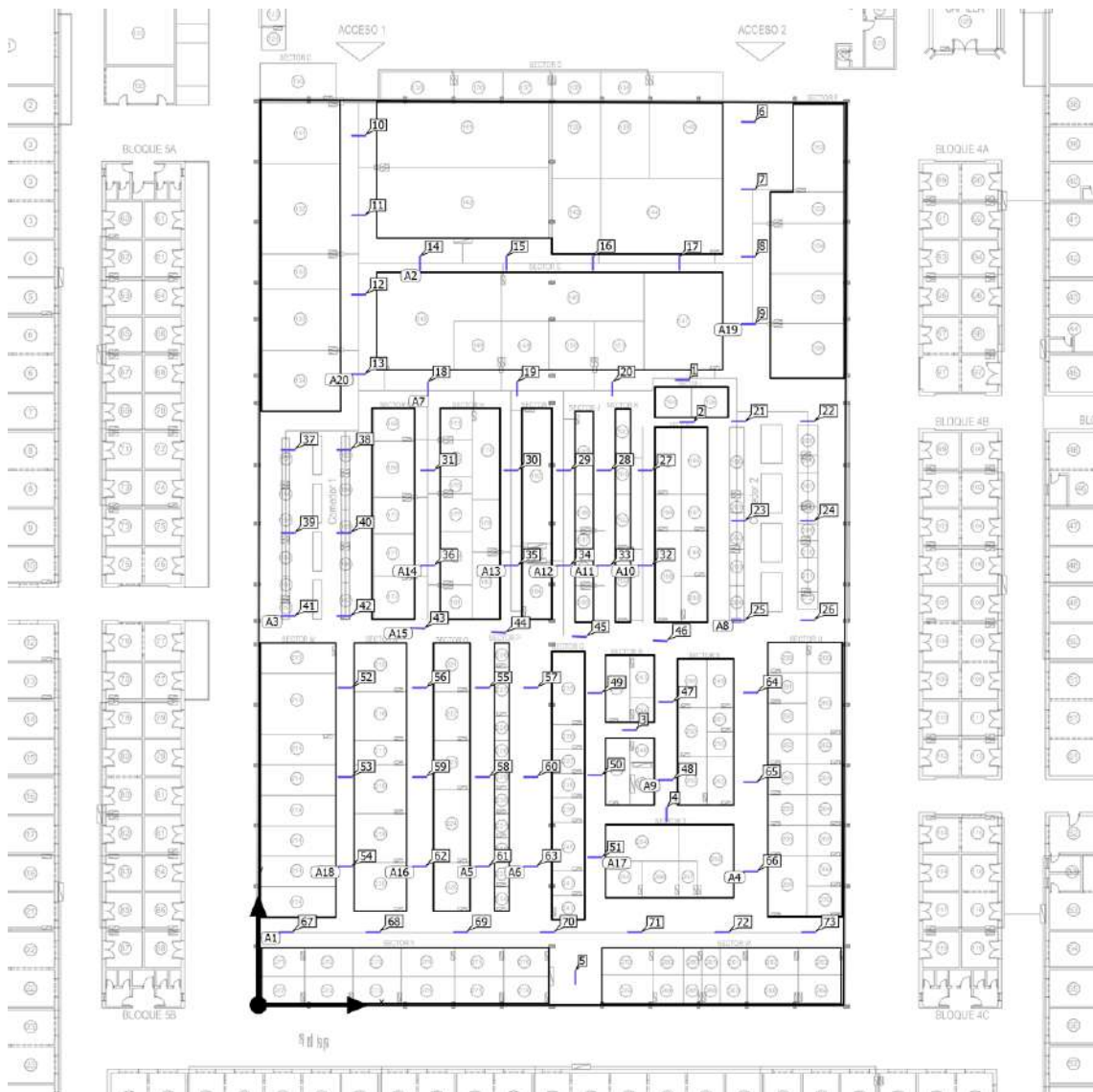


Figura 23. Ubicación y enumeración de las luminarias instaladas.

Con esta distribución de luminarias se logra evidenciar mejoras significativas en áreas que antes presentaban deficiencias. A continuación, se resumen los principales resultados:

Niveles de Iluminancia: Las simulaciones confirmaron que el nuevo esquema alcanza los niveles de iluminación recomendados en la norma UNE 12464-1 en todas las áreas críticas. Se logró una iluminancia media de 124 lux en los pasillos principales, asegurando visibilidad y confort.

Uniformidad de Iluminación: Con la distribución propuesta, el análisis muestra una uniformidad de iluminación de 0,42%, lo que elimina sombras y zonas oscuras, facilitando

el tránsito y la seguridad dentro del Centro Comercial. Cumpliendo con los valores establecidos como referencia.

A continuación, se realiza una comparación de los resultados con los valores recomendados por la norma:

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E̅ (Nominal)	E _{mín}	E _{máx}	U _o (g ₁) (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.500 m	124 lx (≥ 100 lx) ✓	52.2 lx	196 lx	0.42 (≥ 0.40) ✓	0.27	WP1

Tabla 36. Resultado del cálculo de Iluminación en Dialux.

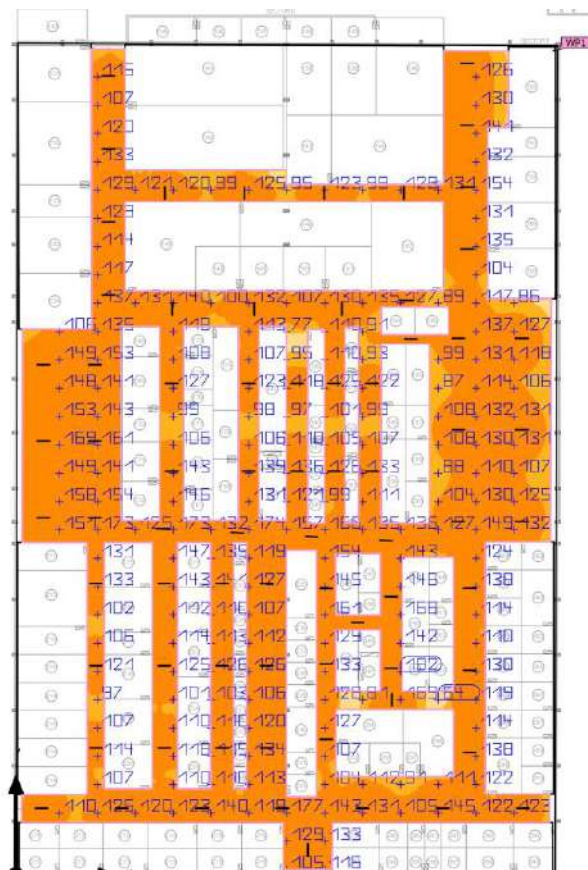


Figura 24. Resultado del cálculo de Iluminación – Vista de los valores de Iluminancia.

Estos resultados reflejan el éxito del diseño propuesto y su alineación con los requerimientos normativos, proporcionando una solución luminotécnica que mejora tanto la funcionalidad como la eficiencia. Seguidamente, se presentan algunas vistas de las simulaciones realizadas.

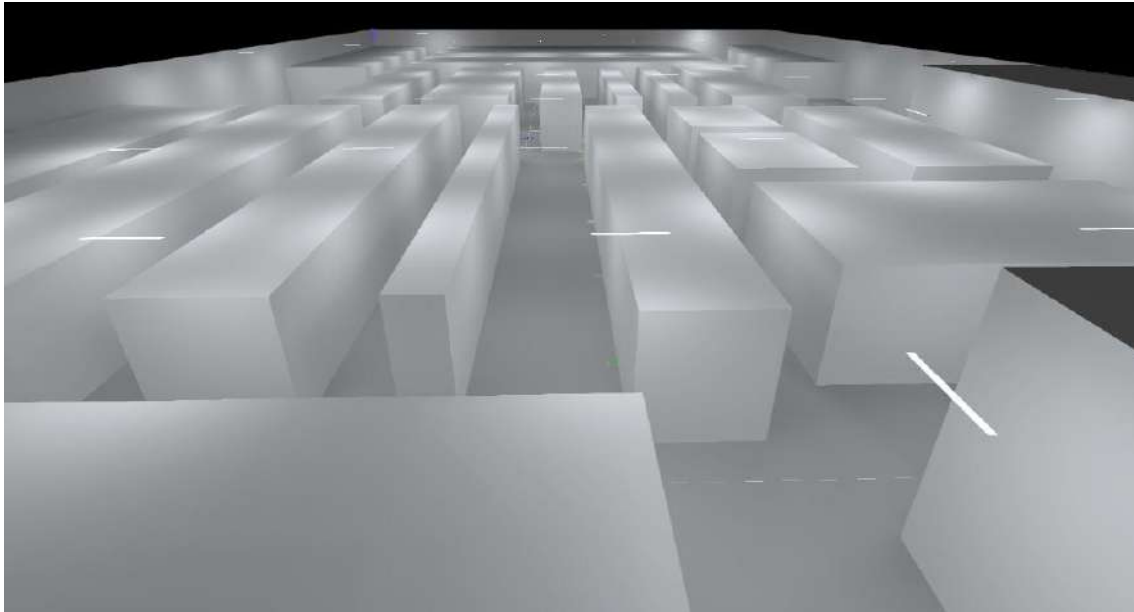


Figura 25. Vista en 3d de la simulación realizada 1.

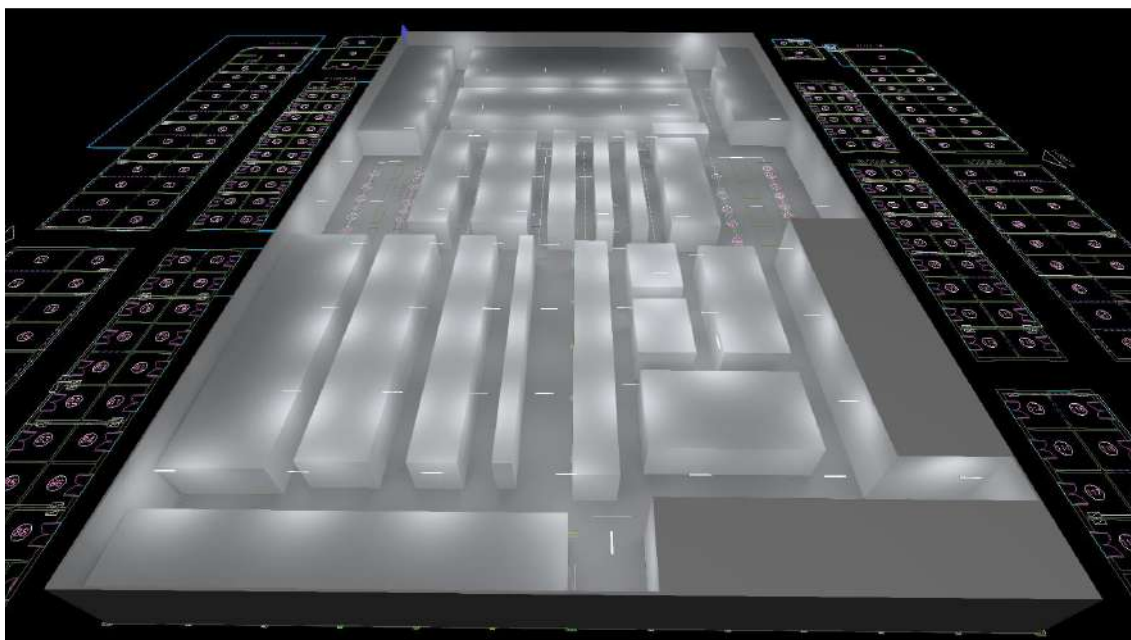


Figura 26. Vista en 3d de la simulación realizada 2.

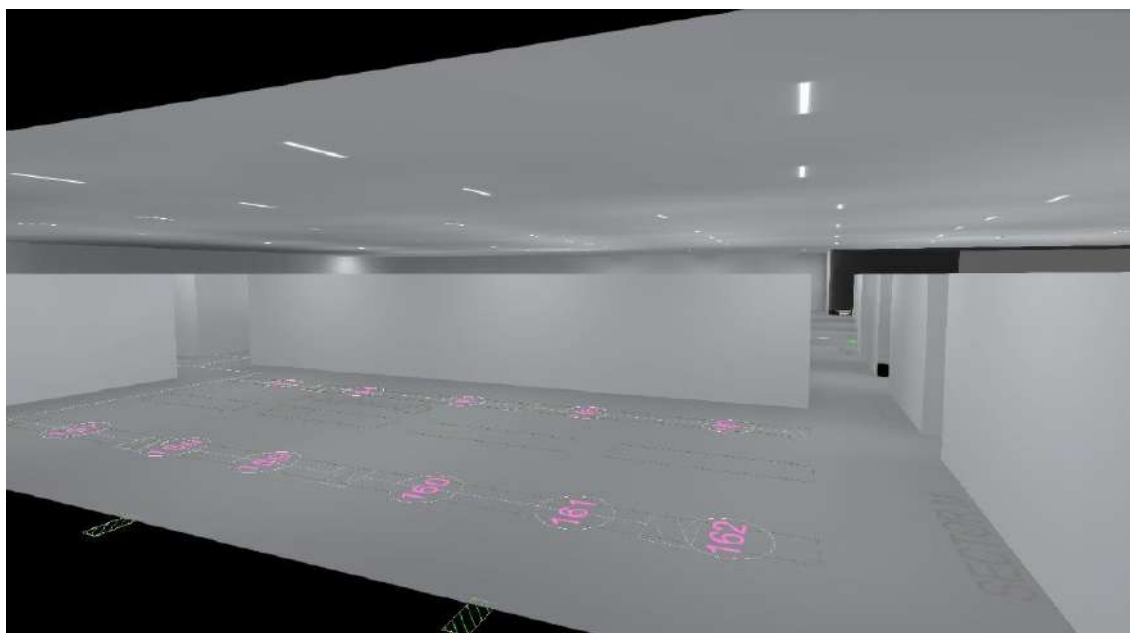


Figura 27. Vista en 3d de la simulación realizada 3.

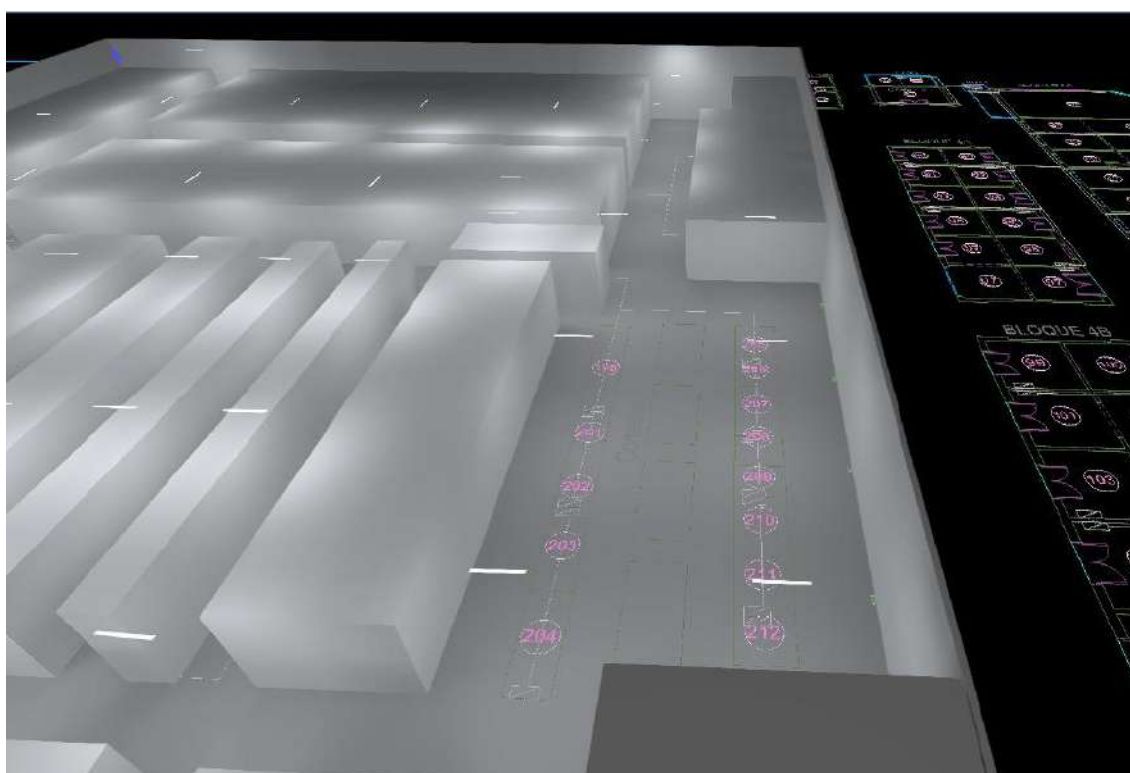


Figura 28. Vista en 3d de la simulación realizada 4.

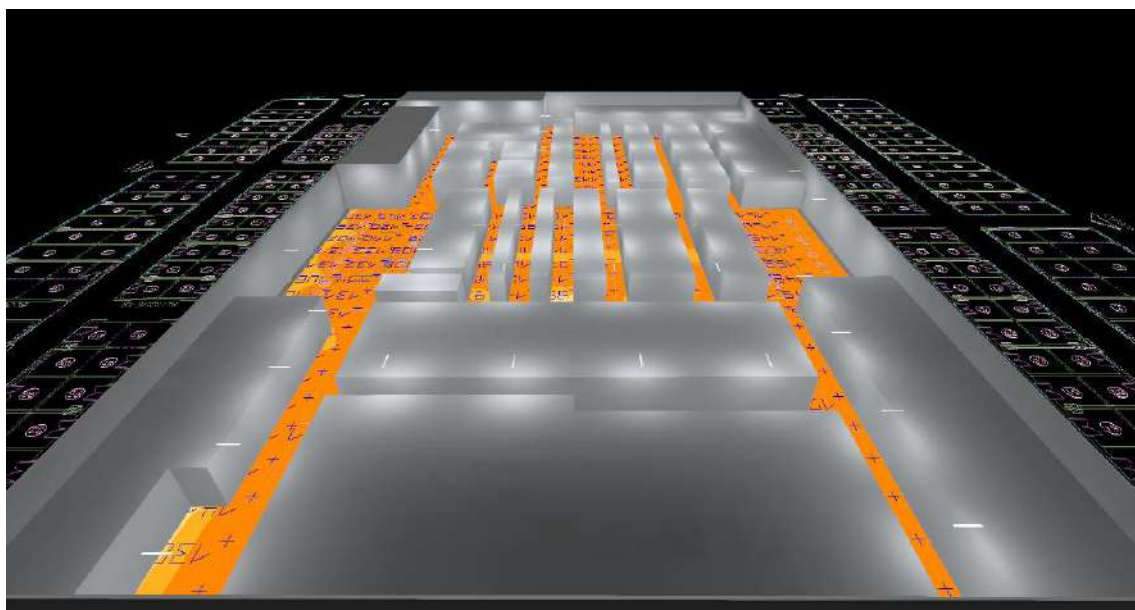


Figura 29. Vista en 3d de la simulación realizada 5.

7.4. Anexo III.

7.4.1. Dimensionamiento de las protecciones y conductores.

7.4.1.1. Dimensionamiento de los transformadores.

El dimensionamiento de los transformadores para el Centro Comercial N°1 de Coronel Oviedo se realizó considerando la capacidad actual de carga y la proyección de demanda. Actualmente, este opera con dos transformadores de 200 kVA cada uno. Sin embargo, debido al aumento en la potencia requerida por las instalaciones, se procedió a una redistribución de carga para optimizar su utilización. Como resultado de este análisis, cada transformador quedó operando cercano al 90% de su capacidad nominal, lo que maximiza la eficiencia sin comprometer la seguridad del sistema además quedando una potencia de reserva para futuras ampliaciones.

Dado el crecimiento en la demanda eléctrica del mercado y el objetivo de evitar sobrecargas en los transformadores actuales, el estudio concluyó que es necesario incorporar un tercer transformador de 200 kVA. Esta adición permitirá satisfacer la carga actual y prever futuras expansiones.

Seguidamente se presentan los valores correspondientes a la potencia de cada transformador, la distancia entre el transformador y el tablero general, las protecciones y sección del conductor correspondientes para cada transformador:

TABLERO GENERAL 1.									
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Sección nueva (mm ²)	Corriente conductor (A)	Protección (A)
175000	10	4,18	6	37	3,48	312,82	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 37. Cuadro de carga resumido del tablero general 1.

TABLERO GENERAL 2.									
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculo	Sección mm ²	Corriente del conductor	Caida de tensión	Corriente de carga	SECCION NUEVA	NUEVA CORRIENTE	Protección Regulable
158000	10	3,77	4	29	4,72	282,43	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 38. Cuadro de carga resumido del tablero general 2.

TABLERO GENERAL 3.									
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculo	Sección mm²	Corriente del conductor	Caida de tensión	Corriente de carga	SECCION NUEVA	NUEVA CORRIENTE	Protección Regulable
177600	10	4,24	6	37	3,53	317,46	185	356	3x(250 a 400 A)

Tabla 39. Cuadro de carga resumido del tablero general 3.

7.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE CAPACITORES.

Actualmente, el factor de potencia de la instalación se encuentra en 0,85. Para cumplir con las normativas de la ANDE [4], se procederá a calcular los elementos necesarios para mejorar dicho factor a 0,99. Para ello, se instalará un banco de capacitores fijo para cada transformador, el cual se alojará en un gabinete especial, ubicado junto al tablero general.

El cálculo del factor multiplicador "f" se realiza consultando la tabla de corrección de factor de potencia en el catálogo WEG [12], donde, al localizar la intersección de los valores de $\cos(\varphi)$ 0,85 y 0,99, se obtiene un valor de 0,503.

Factor de potencia actual	Factor de potencia deseado (F)														
	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
0.50	1.112	1.139	1.165	1.192	1.220	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.589
0.52	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500
0.54	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416
0.56	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337
0.58	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262
0.60	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190
0.62	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015	1.063	1.123
0.64	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.068
0.66	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.995
0.68	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935
0.70	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.877
0.72	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821
0.74	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766
0.76	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712
0.78	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.551	0.599	0.659
0.80	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.609
0.82	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.555
0.84	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503
0.86			0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.342	0.390	0.450
0.88					0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397
0.90							0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.233	0.281	0.341
0.92									0.031	0.063	0.097	0.134	0.175	0.223	0.283
0.94											0.034	0.071	0.112	0.160	0.229
0.96													0.041	0.089	0.149
0.98															0.060

Tabla 40. Factor multiplicador F.

La fórmula para el cálculo del factor de potencia mejorado está dada por:

$$Q_T = P_A \times f$$

Donde la potencia total del transformador es de $P_A = 170 \text{ KW}$.

Aplicando la fórmula, se procede de la siguiente manera:

$$Q_T = 170 \times 0,503$$

$$Q_T = 85,51 \text{ KVAR}$$

En el cálculo del sistema de corrección de factor de potencia, se obtuvo una carga reactiva de 85,51 kVAR. Para optimizar la gestión de estos reactivos, se implementará un banco de capacitores dividido en aproximadamente 6 etapas, las cuales estarán controladas mediante un controlador automático de reactivos. Este sistema escalonado permitirá ajustar de manera precisa la compensación reactiva, adaptándose dinámicamente a las fluctuaciones de carga. Cada uno de los tres transformadores de la instalación contará con su propio banco de capacitores controlado, asegurando una corrección eficiente y equilibrada en todo el sistema de distribución eléctrica, y así mejorar el factor de potencia a los niveles requeridos.

Potencia Total: 85 KVAR Regulador IMA 6 Etapas			
Etapas	KVAR	Disyuntor	Contactador
1°	5	3x15	LC1DFK
2°	10	3x20	LC1DLK
3°	10	3x20	LC1DLK
4°	20	3x40	LC1DLK
5°	20	3x40	LC1DLK
6°	20	3x40	LC1DLK

Tabla 41. Tabla de valores del banco de capacitores.

La instalación del banco de capacitores no solo permitirá alcanzar un factor de potencia de 0,99, sino que también optimizará el rendimiento energético de todo el sistema. Esta corrección reducirá significativamente las pérdidas reactivas en los conductores y

transformadores, disminuyendo la demanda de corriente y, con ello, el calentamiento y desgaste de los equipos eléctricos. Al aumentar el factor de potencia, la instalación se alinea con los estándares de eficiencia energética, lo que permite reducir los costos operativos y maximizar la capacidad efectiva de los transformadores para manejar cargas activas.

7.4.1.3. Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen los tableros entre sí.

En esta sección se presentarán los cálculos de dimensionamiento de los conductores y protecciones necesarios para la interconexión entre tableros eléctricos. Con el fin de evitar redundancias en los cálculos, se desarrollará un enfoque genérico que describe los pasos principales para llegar a los valores presentados en las tablas posteriores. Esta metodología permitirá una comprensión clara de los criterios de diseño utilizados, facilitando su aplicación a distintos tramos y condiciones del sistema eléctrico

Para el cálculo de sección del alimentador:

$$S = \frac{k \times P_{watt} \times l}{\rho \times V^2 \times e\%} =$$

Los valores obtenidos se representan en las tablas posteriores en la tercera columna.

En casos donde las secciones calculadas no coinciden con valores comerciales, se adoptará la sección más próxima superior indicada en el catálogo de INPACO, para cumplir con las especificaciones de seguridad. Los conductores seleccionados serán cables unipolares de cobre con aislamiento LSOH (Low Smoke Zero Halogen), multifilares y libres de sustancias tóxicas, lo que los hace ideales para entornos de alto tráfico. Estos cables se instalarán en bandejas perforadas en posiciones tanto horizontales como verticales y estarán dimensionados para operar de forma segura a una temperatura ambiente de hasta 40°C.

Estas secciones se seleccionarán de la Tabla N°4, columna uno, mientras para las especificaciones de las corrientes admisibles por el conductor se utilizará la columna tres para cargas monofásicas unipolares y se utilizará la columna número cuatro para cargas

trifásicas que la columna nueve especifica las corrientes admisibles para cada conductor del catálogo de INPACO [13].

Se procede a realizar el criterio de la caída de tensión.

$$e\% = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} =$$

Al realizar este cálculo, se determinan los valores que se presentan en la sexta columna de las tablas correspondientes a cada sección. Estos valores reflejan los resultados de la caída de tensión que presentan los conductores a la longitud instalada y condiciones establecidos en los cálculos previos, son fundamentales para garantizar la correcta selección y dimensionamiento de los conductores en la instalación.

Es necesario que todas las secciones de los conductores cumplan con la siguiente condición, donde la caída de tensión permitida debe ser superior a la caída de tensión calculada:

$$e\%_d > e\%_c$$

Así, se confirma que la sección elegida, determinada por la caída de tensión, es válida. No obstante, para realizar una selección más precisa del conductor, es esencial también evaluar la corriente que deberá transportar. En este sentido, procederemos a calcular la corriente asociada con la potencia correspondiente.

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} =$$

Con la corriente definida se define las protecciones acordes a la carga, si va a ser monofásico o trifásico, el cual se define en la séptima columna de las tablas de cada sección.

Comprobando así los criterios de las corrientes

$$I_c < I_p < I_{ad}$$

Una vez calculada la corriente, se puede aplicar la siguiente desigualdad para seleccionar adecuadamente las protecciones del sector. Esto garantiza que el sistema eléctrico funcione correctamente y esté debidamente protegido.

7.4.1.4. Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero general con el tablero principal.

A continuación, se presentan el resumen de los conductores y las protecciones de los tableros correspondientes a cada transformador:

7.4.1.4.1. Cargas correspondientes del tablero general 1:

TABLERO PRINCIPAL 10							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
80400	40	19,20	25	96	1,54	143,72	3X160

Tabla 42. Cuadro de carga del tablero principal 10.

TABLERO PRINCIPAL 6							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
15000	98	8,78	10	52	1,76	26,81	3X32

Tabla 43. Cuadro de carga del tablero principal 6.

TABLERO PRINCIPAL 1							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
40100	106	25,38	35	119	1,45	71,68	3X80

Tabla 44. Cuadro de carga del tablero principal 1.

TABLERO PRINCIPAL 7							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
12900	95	7,32	10	52	1,46	23,06	3X25

Tabla 45. Cuadro de carga del tablero principal 7.

TABLERO PRINCIPAL 2							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
26600	103	16,36	25	96	1,31	47,55	3X50

Tabla 46. Cuadro de carga del tablero principal 2.

7.4.1.4.2. Cargas correspondientes del tablero general 2:

TABLERO PRINCIPAL 12							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
26300	104	16,33	25	96	1,31	47,01	3X50

Tabla 47. Cuadro de carga del tablero principal 12.

TABLERO PRINCIPAL 3							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
22100	130	17,15	25	96	1,37	39,50	3X40

Tabla 48. Cuadro de carga del tablero principal 3.

TABLERO PRINCIPAL 8							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11900	90	6,39	10	52	1,28	21,27	3X25

Tabla 49. Cuadro de carga del tablero principal 8.

TABLERO PRINCIPAL 4							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
64000	82	31,33	50	146	1,25	114,40	3X120

Tabla 50. Cuadro de carga del tablero principal 4.

TABLERO PRINCIPAL 9							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11300	85	5,73	6	37	1,91	20,20	3X25

Tabla 51. Cuadro de carga del tablero principal 9.

TABLERO PRINCIPAL 5							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
22400	114	15,25	16	71	1,91	40,04	3X45

Tabla 52. Cuadro de carga del tablero principal 5.

7.4.1.4.3. Cargas correspondientes del tablero general 3:

TABLERO PRINCIPAL 11							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
44700	89	23,75	25	96	1,90	79,90	3X80

Tabla 53. Cuadro de carga del tablero principal 11.

TABLERO PRINCIPAL 14							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
21000	106	13,29	16	71	1,66	37,54	3X40

Tabla 54. Cuadro de carga del tablero principal 14.

TABLERO PRINCIPAL 13							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
100900	113	68,07	70	188	1,94	180,36	3X185

Tabla 55. Cuadro de carga del tablero principal 13.

TABLERO PRINCIPAL 15							
Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11000	116	7,62	10	52	1,52	19,66	3X20

Tabla 56. Cuadro de carga del tablero principal 15.

7.4.2. Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero principal con los tableros seccionales.

En las siguientes tablas se presentan los valores correspondientes para conectar el Tablero Principal con los tableros seccionales del Centro Comercial N°1. A continuación, Se detallan los valores de corriente, la sección de los conductores y las protecciones seleccionadas para el proyecto.

BLOQUE 6A								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
1	8600	35	10,72	16	86	1,34	45,99	50
2	1200	27	1,15	4	36	0,58	6,42	10
3	4400	27	4,23	6	46	1,41	23,53	25
4	4400	17	2,66	4	36	1,33	23,53	25
5	500	8	0,14	4	36	0,07	2,67	10
6	2900	17	1,76	4	36	0,88	15,51	16
7	1200	27	1,15	4	36	0,58	6,42	10
8	2900	27	2,79	4	36	1,39	15,51	16
9	7500	39	10,42	16	86	1,30	40,11	50
10	500	30	0,53	4	36	0,27	2,67	10

Tabla 57. Cuadro de cargas bloque 6A.

BLOQUE 6B								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
11	100	30	0,11	4	36	0,05	0,53	10
12	500	25	0,45	4	36	0,22	2,67	10
13	500	21	0,37	4	36	0,19	2,67	10
14	3200	30	3,42	4	36	1,71	17,11	20
15	3200	24	2,74	4	36	1,37	17,11	20
16	1300	24	1,11	4	36	0,56	6,95	10
17	1400	17	0,85	4	36	0,42	7,49	10
18	1200	17	0,73	4	36	0,36	6,42	10
19	500	8	0,14	4	36	0,07	2,67	10
20	900	18	0,58	4	36	0,29	4,81	10
21	500	9	0,16	4	36	0,08	2,67	10
22	1300	18	0,83	4	36	0,42	6,95	10
23	3800	24	3,25	4	36	1,62	20,32	25
24	8200	38	11,10	16	86	1,39	43,85	50

Tabla 58. Cuadro de cargas bloque 6B.

BLOQUE 7								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
25	1600	46	2,62	4	36	1,31	8,56	10
26	1700	46	2,79	4	36	1,39	9,09	10
27	1800	31	1,99	4	36	0,99	9,63	10
28	1600	31	1,77	4	36	0,88	8,56	10
29	1500	18	0,96	4	36	0,48	8,02	10
30	5500	18	3,53	4	36	1,76	29,41	32
31	1600	29	1,65	4	36	0,83	8,56	10
32	1300	29	1,34	4	36	0,67	6,95	10
33	1400	38	1,90	4	36	0,95	7,49	10
34	600	29	0,62	4	36	0,31	3,21	10
35	600	29	0,62	4	36	0,31	3,21	10
36	2900	38	3,93	4	36	1,96	15,51	16

Tabla 59. Cuadro de cargas bloque 7.

BLOQUE 8A								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
37	6100	41	8,91	10	64	1,78	32,62	40
38	9700	33	11,40	16	86	1,43	51,87	63
39	500	33	0,59	4	36	0,29	2,67	10
40	1200	26	1,11	4	36	0,56	6,42	10
41	7800	26	7,22	4	36	3,61	41,71	50
42	4600	20	3,28	4	36	1,64	24,60	25
43	7800	20	5,56	6	46	1,85	41,71	50
44	1700	15	0,91	4	36	0,45	9,09	10
45	4600	15	2,46	4	36	1,23	24,60	25

Tabla 60. Cuadro de cargas bloque 8A.

BLOQUE 8B								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
46	4000	27	3,85	4	36	1,92	21,39	25
47	1700	27	1,64	4	36	0,82	9,09	10
48	1200	34	1,45	4	36	0,73	6,42	10
49	900	34	1,09	4	36	0,55	4,81	10
50	2400	40	3,42	4	36	1,71	12,83	16
51	9800	40	27,93	35	141	0,80	52,41	63

Tabla 61. Cuadro de cargas bloque 8B.

BLOQUE 8C								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
52	1200	19	0,81	4	36	0,41	6,42	10
53	900	19	0,61	4	36	0,30	4,81	10
54	1600	19	1,08	4	36	0,54	8,56	10
55	1200	19	0,81	4	36	0,41	6,42	10
56	1200	25	1,07	4	36	0,53	6,42	10
57	1000	25	0,89	4	36	0,45	5,35	10
58	1200	28	1,20	4	36	0,60	6,42	10
59	2500	36	3,21	4	36	1,60	13,37	16
Baño	1000	17	0,61	4	36	0,30	5,35	10

Tabla 62. Cuadro de cargas bloque 8C.

BLOQUE 5A								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
60	700	15	0,37	4	36	0,19	3,74	10
61	3000	17	1,82	4	36	0,91	16,04	20
62	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
63	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
64	700	17	0,42	4	36	0,21	3,74	10
65	700	6	0,15	4	36	0,07	3,74	10
66	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
67	700	6	0,15	4	36	0,07	3,74	10
68	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
69	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
70	700	16	0,40	4	36	0,20	3,74	10
71	700	12	0,30	4	36	0,15	3,74	10
72	700	16	0,40	4	36	0,20	3,74	10
73	700	18	0,45	4	36	0,22	3,74	10
74	700	23	0,57	4	36	0,29	3,74	10
75	1200	18	0,77	4	36	0,38	6,42	10
Baño	1000	17	0,61	4	36	0,30	5,35	10

Tabla 63. Cuadro de cargas bloque 5A.

BLOQUE 5B								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
76	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
77	1700	19	1,15	4	36	0,58	9,09	10
78	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
79	2800	19	1,90	4	36	0,95	14,97	16
80	500	6	0,11	4	36	0,05	2,67	10
81	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
82	700	6	0,15	4	36	0,07	3,74	10
83	700	6	0,15	4	36	0,07	3,74	10
84	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
85	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
86	700	19	0,47	4	36	0,24	3,74	10
87	600	14	0,30	4	36	0,15	3,21	10
88	700	19	0,47	4	36	0,24	3,74	10
Baño	1000	17	0,61	4	36	0,30	5,35	10

Tabla 64. Cuadro de cargas bloque 5B.

BLOQUE 4A								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
89	600	11	0,24	4	36	0,12	3,21	10
90	600	6	0,26	4	36	0,06	3,21	10
91	600	11	0,47	4	36	0,12	3,21	10
92	600	6	0,26	4	36	0,06	3,21	10
93	600	16	0,68	4	36	0,17	3,21	10
94	600	12	0,51	4	36	0,13	3,21	10
95	600	16	0,68	4	36	0,17	3,21	10
96	600	12	0,51	4	36	0,13	3,21	10
97	5050	18	0,54	4	36	0,27	9,04	3x10
98	600	18	0,77	4	36	0,19	3,21	10
Iluminación	3650	48	1,05	4	36	0,52	6,53	3x10

Tabla 65. Cuadro de cargas bloque 4A.

BLOQUE 4B								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
99	400	19	0,27	4	36	0,14	2,14	10
100	600	14	0,30	4	36	0,15	3,21	10
101	600	19	0,41	4	36	0,20	3,21	10
102	600	14	0,30	4	36	0,15	3,21	10
103	600	13	0,28	4	36	0,14	3,21	10
104	600	8	0,17	4	36	0,09	3,21	10
105	600	13	0,28	4	36	0,14	3,21	10
106	600	8	0,17	4	36	0,09	3,21	10
107	600	13	0,28	4	36	0,14	3,21	10
108	600	8	0,17	4	36	0,09	3,21	10
109	3200	8	0,91	4	36	0,46	17,11	20
110	600	23	0,49	4	36	0,25	3,21	10
111	600	18	0,38	4	36	0,19	3,21	10
112	500	23	0,41	4	36	0,20	2,67	10
113	600	18	0,38	4	36	0,19	3,21	10

Tabla 66. Cuadro de cargas bloque 4B.

BLOQUE 4C								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
114	900	19	0,61	4	36	0,30	4,81	10
115	700	14	0,35	4	36	0,17	3,74	10
116	600	11	0,24	4	36	0,12	3,21	10
117	700	15	0,37	4	36	0,19	3,74	10
118	500	15	0,27	4	36	0,13	2,67	10
119	700	11	0,27	4	36	0,14	3,74	10

Tabla 67. Cuadro de cargas bloque 4C.

SECTOR A								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
120	6000	35	1,25	4	36	0,63	10,74	3x16
121	500	48	1,71	4	36	0,43	2,67	10
122	500	46	1,64	4	36	0,41	2,67	10
123	600	44	1,88	4	36	0,47	3,21	10
124	600	42	1,80	4	36	0,45	3,21	10

Tabla 68. Cuadro de cargas Sector A.

ADMINISTRACION								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
125	1300	47	2,18	4	36	1,09	6,95	10

Tabla 69. Cuadro de cargas Sector Administración.

SECTOR B								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
126	400	33	0,47	4	36	0,24	2,14	10
127	600	33	0,71	4	36	0,35	3,21	10
128	1200	35	1,50	4	36	0,75	6,42	10
129	600	28	0,60	4	36	0,30	3,21	10

Tabla 70. Cuadro de cargas Sector B.

SECTOR C								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
130	500	31	0,55	4	36	0,28	2,67	10
131	2800	26	2,59	4	36	1,30	14,97	16
132	3200	26	2,96	4	36	1,48	17,11	20
133	900	25	0,80	4	36	0,40	4,81	10
134	1400	25	1,25	4	36	0,62	7,49	10

Tabla 71. Cuadro de cargas Sector C.

SECTOR D								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
135	4600	40	6,55	10	64	1,31	24,60	25
136	900	40	1,28	4	36	0,64	4,81	10
137	900	48	1,54	4	36	0,77	4,81	10
138	2600	48	4,45	6	46	1,48	13,90	16
139	2800	56	5,59	6	46	1,86	14,97	16
140	5800	56	11,57	16	86	1,45	31,02	32
141	7500	25	6,68	10	64	1,34	40,11	50
142	5700	25	5,08	6	46	1,69	30,48	32
143	5600	19	3,79	4	47	1,90	29,95	32
144	5500	29	5,68	6	64	1,89	29,41	32

Tabla 72. Cuadro de cargas Sector D.

SECTOR E								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
145	5300	30	5,66	6	64	1,89	28,34	32
146	2200	11	0,86	4	36	0,43	11,76	16
147	1900	58	3,93	4	36	1,96	10,16	10
148	1200	40	1,71	4	36	0,85	6,42	10
149	500	47	0,84	4	36	0,42	2,67	10
150	1200	47	2,01	4	36	1,00	6,42	10
151	1200	47	2,01	4	36	1,00	6,42	10

Tabla 73. Cuadro de cargas Sector E.

SECTOR F								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
152	3000	40	4,27	6	46	1,42	16,04	20
153	800	36	1,03	4	36	0,51	4,28	10
154	3400	36	4,36	6	46	1,45	18,18	20
155	3400	32	3,88	4	36	1,94	18,18	20
156	3400	32	3,88	4	36	1,94	18,18	20

Tabla 74. Cuadro de cargas Sector F.

COMEDOR 1								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
157	3800	45	6,09	10	64	1,22	20,32	25
158	1800	45	2,89	4	36	1,44	9,63	10
159	400	49	0,70	4	36	0,35	2,14	10
160	1800	49	3,14	4	36	1,57	9,63	10
161	300	53	0,57	4	36	0,28	1,60	10
162	200	53	0,38	4	36	0,19	1,07	10
163	2500	40	3,56	4	36	1,78	13,37	16
164	1800	40	2,56	4	36	1,28	9,63	10
165	2100	45	3,37	4	36	1,68	11,23	16
166	300	45	0,48	4	36	0,24	1,60	10
167	200	51	0,36	4	36	0,18	1,07	10

Tabla 75. Cuadro de cargas Sector Comedor 1.

SECTOR G								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
168	2900	32	3,31	4	36	1,65	15,51	16
169	2800	37	3,69	4	36	1,85	14,97	16
170	3300	37	4,35	6	46	1,45	17,65	20
171	500	43	0,77	4	36	0,38	2,67	10
172	3700	43	5,67	6	46	1,89	19,79	20

Tabla 76. Cuadro de cargas Sector G.

SECTOR H								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
173	4800	32	5,47	6	46	1,82	25,67	32
174	700	24	0,60	4	36	0,30	3,74	10
175	700	32	0,80	4	36	0,40	3,74	10
176	700	37	0,92	4	36	0,46	3,74	10
177	700	37	0,92	4	36	0,46	3,74	10
178	700	8	0,20	4	36	0,10	3,74	10
179	3000	43	4,60	6	46	1,53	16,04	20
180	3000	8	0,85	4	36	0,43	16,04	20
181	700	43	1,07	4	36	0,54	3,74	10

Tabla 77. Cuadro de cargas Sector H.

SECTOR I								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
182	800	19	0,54	4	36	0,27	4,28	10
183	MEDIDORES							
184	500	13	0,23	4	36	0,12	2,67	10

Tabla 78. Cuadro de cargas Sector I.

SECTOR J								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
185	3200	19	2,17	4	36	1,08	17,11	20
186	700	10	0,25	4	36	0,12	3,74	10
187	700	10	0,25	4	36	0,12	3,74	10
188	700	10	0,25	4	36	0,12	3,74	10
189	700	10	0,25	4	36	0,12	3,74	10

Tabla 79. Cuadro de cargas Sector J.

SECTOR K								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
190	700	34	0,85	4	36	0,42	3,74	10
191	700	34	0,85	4	36	0,42	3,74	10
192	700	42	1,05	4	36	0,52	3,74	10
193	700	42	1,05	4	36	0,52	3,74	10

Tabla 80. Cuadro de cargas Sector K.

SECTOR L								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
194	500	38	0,68	4	36	0,34	2,67	10
195	800	45	1,28	4	36	0,64	4,28	10
196	700	38	0,95	4	36	0,47	3,74	10
197	700	51	1,27	4	36	0,64	3,74	10
198	2050	51	3,72	4	36	1,86	10,96	16
199	700	51	1,27	4	36	0,64	3,74	10
200	700	51	1,27	4	36	0,64	3,74	10

Tabla 81. Cuadro de cargas Sector L.

COMEDOR 2								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
201	600	45	0,96	4	36	0,48	3,21	10
202	450	49	0,79	4	36	0,39	2,41	10
203	700	49	1,22	4	36	0,61	3,74	10
204	500	54	0,96	4	36	0,48	2,67	10
205	2400	48	4,10	6	46	1,37	12,83	16
206	1800	48	3,08	4	36	1,54	9,63	10
207	500	52	0,93	4	36	0,46	2,67	10
208	400	52	0,74	4	36	0,37	2,14	10
209	300	55	0,59	4	36	0,29	1,60	10
210	600	55	1,18	4	36	0,59	3,21	10
211	2400	57	4,87	6	46	1,62	12,83	16
212	700	57	1,42	4	36	0,71	3,74	10

Tabla 82. Cuadro de cargas Sector Comedor 2.

SECTOR M								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
213	3100	64	7,07	10	64	1,41	16,58	20
214	3600	57	7,31	10	64	1,46	19,25	20

Tabla 83. Cuadro de cargas Sector M.

SECTOR N								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
215	5100	60	10,90	16	86	1,36	27,27	32
216	5100	60	10,90	16	86	1,36	27,27	32
217	3500	54	6,73	10	64	1,35	18,72	20
218	5100	54	9,81	10	64	1,96	27,27	32
219	2800	46	4,59	6	46	1,53	14,97	16
220	2800	46	4,59	6	46	1,53	14,97	16

Tabla 84. Cuadro de cargas Sector N.

SECTOR O								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
221	3600	50	6,41	10	64	1,28	19,25	20
222	4900	46	8,03	10	64	1,61	26,20	32
223	4900	46	8,03	10	64	1,61	26,20	32
224	4900	36	6,28	10	64	1,26	26,20	32
225	800	36	1,03	4	36	0,51	4,28	10

Tabla 85. Cuadro de cargas Sector O.

SECTOR P								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
226	3200	52	5,93	6	46	1,98	17,11	20
227	3400	48	5,81	6	46	1,94	18,18	20
228	3600	48	6,16	10	64	1,23	19,25	20
229	3400	42	5,09	6	46	1,70	18,18	20
230	3200	42	4,79	6	46	1,60	17,11	20
231	3600	38	4,87	6	46	1,62	19,25	20
232	3600	38	4,87	6	46	1,62	19,25	20
233	3200	36	4,10	6	46	1,37	17,11	20
234	3400	36	4,36	6	46	1,45	18,18	20

Tabla 86. Cuadro de cargas Sector P.

SECTOR Q								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
235	3100	18	1,99	4	36	0,99	16,58	20
236	2900	18	1,86	4	36	0,93	15,51	16
237	2900	14	1,45	4	36	0,72	15,51	16
238	2900	14	1,45	4	36	0,72	15,51	16
239	2900	12	1,24	4	36	0,62	15,51	16
240	4500	12	1,92	4	36	0,96	24,06	25
241	900	22	0,71	4	36	0,35	4,81	10

Tabla 87. Cuadro de cargas Sector Q.

SECTOR R								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
242	600	25	0,53	4	36	0,27	3,21	10
243	500	13	0,23	4	36	0,12	2,67	10
244	300	13	0,14	4	36	0,07	1,60	10
245	2400	25	2,14	4	36	1,07	12,83	16
246	300	13	0,14	4	36	0,07	1,60	10
247	MEDIDOR							

Tabla 88. Cuadro de cargas Sector R.

SECTOR S								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
248	300	13	0,14	4	36	0,07	1,60	10
249	600	28	0,60	4	36	0,30	3,21	10
250	600	13	0,28	4	36	0,14	3,21	10
251	200	28	0,20	4	36	0,10	1,07	10
252	600	20	0,43	4	36	0,21	3,21	10
253	600	14	0,30	4	36	0,15	3,21	10

Tabla 89. Cuadro de cargas Sector S.

SECTOR T								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
254	600	21	0,45	4	36	0,22	3,21	10
255	700	34	0,85	4	36	0,42	3,74	10
256	700	34	0,85	4	36	0,42	3,74	10
257	700	39	0,97	4	36	0,49	3,74	10
258	700	39	0,97	4	36	0,49	3,74	10

Tabla 90. Cuadro de cargas Sector T.

SECTOR U								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
259	500	30	0,53	4	36	0,27	2,67	10
260	700	37	0,92	4	36	0,46	3,74	10
261	500	30	0,53	4	36	0,27	2,67	10
262	3300	23	2,70	4	36	1,35	17,65	20
263	800	23	0,66	4	36	0,33	4,28	10
264	500	47	0,84	4	36	0,42	2,67	10
265	600	20	0,43	4	36	0,21	3,21	10
266	800	20	0,57	4	36	0,28	4,28	10
267	800	27	0,77	4	36	0,38	4,28	10
268	500	47	0,84	4	36	0,42	2,67	10
269	800	42	1,20	4	36	0,60	4,28	10
270	800	42	1,20	4	36	0,60	4,28	10

Tabla 91. Cuadro de cargas Sector U.

SECTOR V								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
271	500	35	0,62	4	36	0,31	2,67	10
272	700	29	0,72	4	36	0,36	3,74	10
273	500	29	0,52	4	36	0,26	2,67	10
274	500	22	0,39	4	36	0,20	2,67	10
275	1100	22	0,86	4	36	0,43	5,88	10
276	500	15	0,27	4	36	0,13	2,67	10
277	500	33	0,59	4	36	0,29	2,67	10
278	500	13	0,23	4	36	0,12	2,67	10

Tabla 92. Cuadro de cargas Sector V.

SECTOR W								
N° Comercio	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
279	900	19	0,61	4	36	0,30	4,81	10
280	500	23	0,41	4	36	0,20	2,67	10
281	400	23	0,33	4	36	0,16	2,14	10
282	1000	31	1,10	4	36	0,55	5,35	10
283	400	31	0,44	4	36	0,22	2,14	10
284	400	20	0,28	4	36	0,14	2,14	10
285	500	20	0,36	4	36	0,18	2,67	10
286	500	23	0,41	4	36	0,20	2,67	10
287	500	23	0,41	4	36	0,20	2,67	10
288	500	29	0,52	4	36	0,26	2,67	10
289	600	29	0,62	4	36	0,31	3,21	10

Tabla 93. Cuadro de cargas Sector W.

7.4.3. Dimensionamiento de los conductores y protecciones que unen el tablero seccional con las cargas puntuales.

TABLERO DE ILUMINACION								
Luminaria	Pot. (W)	Longitud metros	Sección del conductor calculado (mm ²)	Sección (mm ²)	Corriente conductor (A)	Caida de tensión (V)	Corriente de carga (A)	Protección (A)
1	2000	137	19,52	25	114	0,78	10,70	1x16A
2	1650	124	14,58	16	86	0,91	8,82	1x10A

Tabla 94. Cuadro de carga de tablero de iluminación.