UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA FUTURA SEDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN UNCA, UBICADA EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO.

AUTOR: ELIO IVÁN ALFONSO SANTACRUZ

TUTOR: PROF. ING. ALFREDO MORENO SOSA

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA FUTURA SEDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN UNCA, UBICADA EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO.

Elaborado por

ELIO IVÁN ALFONSO SANTACRUZ

Tutor
PROF. ING. ALFREDO MORENO SOSA

Trabajo presentado a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Electricidad

CORONEL OVIEDO
DICIEMBRE 2025

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.**

DERECHO DE AUTOR

Quien/es suscribe/n, Elio Iván Alfonso Santacruz, autor/a/autores del trabajo de investigación titulado **"ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA FUTURA SEDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN UNCA"**, declara/n que voluntariamente cede/n 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 …. , del mes de ….. del 2025

…….

Firma/s

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.

DEDICATORIA

A mi madre por tanta paciencia.

A mi familia por el apoyo incondicional durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias y Tecnologías y a todos los docentes.

A mi tutor Ing. Alfredo Moreno Sosa.

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño y dimensionamiento del sistema eléctrico de un edificio basado en los planos de cada planta del “PROYECTO EJECUTIVO DE EDIFICACIÓN PARA LA FACULTAD CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN SEDE CORONEL OVIEDO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU EN EL AÑO 2024” [1] presentados por alumnos de Ingeniería Civil, considerando las cargas de iluminación, tomacorrientes, refrigeración y señales débiles. El cálculo de cargas por planta determinó un total de 237.945 W, alimentado por un transformador pedestal de 500 kVA.

El dimensionamiento de materiales y equipos se realizó conforme a la Norma Paraguaya de Baja Tensión, el reglamento de BT de la ANDE, el reglamento de MT de la ANDE y la UNE 12464.1:2021 para el sistema de iluminación.

Se emplean luminarias LED para el sistema de iluminación general y de emergencia por su eficiencia energética.

Asimismo, se diseñó un sistema de alimentación de emergencia con un grupo electrógeno de 135 kVA, destinado a cubrir los circuitos de iluminación, tomacorrientes y ascensores en caso de fallas en el suministro eléctrico.

Para la puesta a tierra, se adoptó el sistema TNS, siguiendo la Norma Paraguaya NP 2 028 13. Se proyectó una malla rectangular modelada con el software ETAP, alcanzando una resistencia de 4,037 ohmios, mediante el uso de 9 jabalinas de 2,5 metros y 72 metros de conductores de 35 mm^2.

Finalmente, se elaboró el presupuesto de la instalación eléctrica, con un costo total de 1.739.457.856 Gs. El proyecto cumple con las normativas técnicas, garantizando la eficiencia y seguridad del sistema eléctrico diseñado.

Palabras clave: Innovación e Infraestructura, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible.

ABSTRACT

This work presents the design and sizing of the electrical system of a building based on the plans of each floor, considering the loads of lighting, outlets, cooling and weak signals. The calculation of loads per floor determined a total of 237,945 W, fed by a 500 kVA pad-mounted transformer.

The sizing of materials and equipment was carried out in accordance with the Paraguayan Low Voltage Standard and UNE 12464.1:2021 for the lighting system.

LED luminaires are used for the general and emergency lighting system due to their energy efficiency.

In addition, an emergency power supply system was designed with an 135 kVA generator set to cover the lighting circuits, outlets and elevators in case of power failures.

For grounding, the TNS system was adopted, following the Paraguayan Standard NP 2 028 13. A rectangular mesh modeled with ETAP software was designed, reaching a resistance of 4,037 ohms, using 9 2.5-meter javelins and 72 meters of 35 mm² conductors.

Finally, the budget for the electrical installation was prepared, with a total cost of **1.787.596.576** Gs. The project complies with the technical regulations, guaranteeing the efficiency and safety of the designed electrical system.

Key words: Innovation and Infrastructure, Science and Technology for Sustainable Development.

ÍNDICE

RESUMEN....7

INTRODUCCIÓN....15

Antecedentes....16

Objetivos 19

Objetivo General 19

Objetivos Específicos....19

1. MARCO TEÓRICO....20

1.1. Norma de iluminación interior UNE 12464.1:2021 [5]....20

1.1.1. Aspectos Clave de UNE 12464.1:2021....20

1.1.2. Importancia del Cumplimiento....20

1.1.3. Iluminación de Emergencia según UNE 12464.1:2021....21

1.1.3.1. Requisitos Específicos....21

1.3.3.2. Importancia....21

1.2. Norma paraguaya NP 2 028 13 [6]....22

1.2.1. Aspectos Clave de la NP 2 028 13 22

1.2.1.1. Objetivo 22

1.2.1.2. Ámbito de Aplicación....22

1.2.1.3. Requisitos Generales....22

1.2.1.4. Inspección y Certificación 22

1.2.1.5. Mantenimiento....23

1.3. Reglamento de Baja tensión de la ANDE [7]....23

1.4. Reglamento para instalaciones eléctricas de media tensión ANDE [8] 24

2. METODOLOGÍA....26

2.1. Fases metodológicas 26
Fase I: Recolección de datos 26
Fase II: Dimensionamiento de los materiales y equipos para la instalación eléctrica de la edificación 26
Fase III: Dimensionamiento de un sistema de alimentación de emergencia 26
Fase IV: Diseño y dimensionamiento de los esquemas de los sistemas de puesta a tierra 27
Fase V: Realización del presupuesto del proyecto 27
2.2. Descripción del área de estudio 28
2.2.1. Emplazamiento de la Instalación 28
2.2.2. Descripción del edificio 28
2.2.2.1. Planta Baja 28
2.2.2.2. Primer Piso 29
2.2.2.3. Segundo Piso 29
2.3. Reglamentos y normas técnicas consideradas 30
2.4. Dimensionamiento del Sistema de Iluminación 30
2.4.1. Definición del Proyecto 31
2.4.2. Modelado del Espacio 31
2.4.3. Selección de Luminarias 32
2.4.4. Distribución de Luminarias 35
2.4.5. Cálculo Luminotécnico 36
2.4.6. Documentación del Proyecto 39
2.5. Planos eléctricos 40
2.6. Dimensionamiento de Circuitos Eléctricos 40
2.6.1. Cálculos correspondientes de los circuitos eléctricos 40
2.6.2. Dimensionamiento de Transformador 42

2.6.3. Dimensionamiento de Generador 43
2.6.4. Diseño de puesta a tierra 44
2.6.4.1. Método de variación de profundidad para la medición de resistividad ...44
2.6.4.2. Diseño de malla de puesta a tierra en ETAP 46
2.7. Presupuesto 47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....48
CONCLUSIONES 48
RECOMENDACIONES 48
BIBLIOGRAFÍA.....49
ANEXOS.....1
Anexo 1.....1
A.1. Memoria de cálculo de dimensionamiento de conductores y protecciones. 1
A.1.1. Dimensionamiento de alimentación del tablero principal (TP) 1
A.1.1. Dimensionamiento de conductor y protecciones del generador 2
A.1.2. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS1)...4
A.1.3. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.](TS1).....5
A.1.4. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS2)...6
A.1.5. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS2).....7
A.1.7. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional (TS3) [Ascensor].....8
A.1.6. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS4).10
A.1.8. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS4).....11
A.1.9. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS5).12
A.1.10. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS5).....13
A.1.11. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS6) 14
A.1.12. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS6).....15

A.1.13. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional (TS7).....16
A.1.14. Dimensionamiento de alimentación Ascensor [#1] (TS8) 17
A.1.15. Dimensionamiento de alimentación Bomba de agua [#2].....19
A.1.16. Dimensionamiento de banco de capacitores 20
A.1.16.1. Protecciones eléctricas y conductores del banco de capacitores 22
Anexo 2.....23
A.2. Potencia instalada por tableros 23
Anexo 3.....27
A.3. Simulación en software Dialux.....27
A.3.1. Vista aérea 3d de Planta Baja.....27
A.3.2. Vista aérea 3d de Primer Piso.....32
A.3.3. Vista aérea 3d de Segundo Piso.....33
A.3.4. Vista 3d Recepción 34
Anexo 4.....35
A.4. Presupuesto 35
A.4.1. Presupuesto de luminarias.....35
A.4.2. Presupuesto de placas y módulos 36
A.4.3. Presupuesto protecciones eléctricas.....37
A.4.4. Presupuesto de ductos, cajas y tableros.....38
A.4.5. Presupuesto de conductores.....39
A.4.6. Presupuesto de A.A. 40
A.4.7. Presupuesto de Mano de obra de instalaciones eléctricas 41
A.4.8. Presupuesto de elementos varios 45
A.4.9. Presupuesto de CCTV 46
A.4.10. Presupuesto de media tensión.....47
A.4.11. Presupuesto de PCI (Protección Contra Incendios).....48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fachada del edificio de la FCP. 30
Figura 2. Luminaria PARAGON 2x20W 4200K y curva fotométrica. 32
Figura 3. Luminaria 3x20W 4200K y curva fotométrica. 33
Figura 4. Luminaria Philips LED12S/940H y curva fotométrica. 33
Figura 5. Luminaria Regiolux visula-VSWIG/635 LED y curva fotométrica. 34
Figura 6. Luminaria LUXIONA - RUBIN CLEAN NO FRAME LED 14.4 W y curva fotométrica. 34
Figura 7. Luminaria LUXIONA - X-LINE LED COMPACT 4000 y curva fotométrica. 35
Figura 8. Luminaria Philips - DN145B LED6S/840 y curva fotométrica. 35
Figura 10. Transformador tipo pedestal de 500 kVA. 42
Figura 11. Dimensiones del grupo electrógeno de 135kVA Cat® 44
Figura 12. Diseño de malla de puesta a tierra. 46
Figura 14. Vista aérea 3d de Planta Baja 27
Figura 15. Vista 3D de un aula. 28
Figura 16. Vista 3D de "Archivo" 29
Figura 17. Vista 3D de "Dirección Academica". 30
Figura 18. Vista 3D de pasillos. 31
Figura 19. Vista aérea 3d de Primer Piso. 32
Figura 20. Vista aérea 3d de Segundo Piso. 33
Figura 21. Vista 3d Recepción. 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área del edificio 28
Tabla 2. Cantidad de espacios modelados para el diseño luminotécnico 31
Tabla 3. Resumen de resultados luminotécnicos para la planta baja del edificio. 37
Tabla 4. Resumen de resultados luminotécnicos para el primer piso del edificio. 38
Tabla 5. Resumen de resultados luminotécnicos para el segundo piso del edificio. 39
Tabla 6. Resumen de potencia instalada por tablero. 40
Tabla 7. Protecciones y sección de conductores por tablero....41
Tabla 8. Cargas alimentadas por el generador.....43
Tabla 9. Presupuesto del proyecto eléctrico....47
Tabla 10. Cargas de aire acondicionado. 20
Tabla 11. Factor de potencia de la instalación. 20
Tabla 12. Factor Multiplicador. 21
Tabla 13. Potencia total instalada en el tablero seccional 1 (TS1). 23
Tabla 14.Potencia total instalada en el tablero seccional 2 (TS2). 23
Tabla 15. Potencia total instalada en el tablero seccional 4 (TS4). 24
Tabla 16. Potencia total instalada en el tablero seccional 5 (TS5). 24
Tabla 17. Potencia total instalada en el tablero seccional 6 (TS6). 26
Tabla 18. Presupuesto de luminarias. 35
Tabla 19. Presupuesto de placas y módulos. 36
Tabla 20. Presupuesto protecciones eléctricas. 37
Tabla 21. Presupuesto de ductos, cajas y tableros 38
Tabla 22. Presupuesto de conductores. 39
Tabla 23. Presupuesto de A.A. 40
Tabla 24. Presupuesto de mano de obra de las instalaciones eléctricas. 41
Tabla 25. Presupuesto de elementos varios.....45
Tabla 26. Materiales para señales débiles (CCTV). 46
Tabla 27. Mano de obra para señales débiles (CCTV).....47
Tabla 28. Materiales para PCI. 48
Tabla 29. Mano de obra para PCI 49

INTRODUCCIÓN

Desde 2008, la Facultad de Ciencias de la Producción de la Universidad Nacional de Caaguazú ha operado en locales alquilados en Coronel Oviedo, sin contar con una sede propia. Esta situación limita significativamente las actividades académicas de los 600 estudiantes distribuidos en seis carreras, debido a la falta de infraestructura adecuada, como laboratorios y aulas magnas, indispensables para garantizar una formación integral y de calidad.

El presente Trabajo Final de Grado desarrolla el Proyecto Ejecutivo de las instalaciones eléctricas para la futura sede de la Facultad de Ciencias de la Producción. Tomando como base el “PROYECTO EJECUTIVO DE EDIFICACIÓN PARA LA FACULTAD CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN SEDE CORONEL OVIEDO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU EN EL AÑO 2024” [1]. El diseño de la edificación está pensado para albergar a más de 630 personas, incluyendo estudiantes, docentes y funcionarios.

El proyecto eléctrico cumple con las reglamentaciones vigentes en el territorio nacional, priorizando alternativas que equilibren calidad y costo. Los tópicos abordados incluyen la elaboración de planos eléctricos, el dimensionamiento de cargas, conductores y protecciones eléctricas, además del cálculo luminotécnico para seleccionar artefactos de iluminación adecuados. También se realiza un diseño del sistema de conexión a tierra, optando por la configuración TNS recomendada por la Norma Paraguaya NP 2 028 13, así como el cálculo de reactivos para determinar la necesidad de compensación.

Adicionalmente, se diseña y dimensiona un sistema de respaldo eléctrico de emergencia utilizando un grupo electrógeno. Este proyecto dota a la futura sede de una instalación eléctrica moderna y eficiente, incorporando tecnología de punta para garantizar un ambiente seguro, confortable y alineado con las exigencias de la ANEAES.

Antecedentes

Miguel Fernando Leiva Aguilera en su trabajo final de grado "***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"*** [2] se centra en el diseño del sistema de Instalaciones eléctricas para el bloque de aulas del futuro edificio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA. Su objetivo principal es garantizar un suministro eficiente y confiable de energía eléctrica, creando un entorno funcional y cómodo para estudiantes y personal. Se realizó un análisis detallado de las cargas necesarias para el correcto funcionamiento del edificio, considerando la distribución de aulas y espacios institucionales. Utilizando el software DIALux, se diseñó un sistema de iluminación eficiente basado en tecnología LED, que asegura un óptimo desempeño energético y niveles adecuados de iluminación.
El proyecto incluye el diseño de la infraestructura eléctrica completa, abarcando la red de media y baja tensión, el trazado de electroductos, la ubicación estratégica de luminarias, el diagrama unifilar, y la red de alimentación del grupo electrógeno. Además, se realizaron cálculos específicos para dimensionar adecuadamente el transformador de pedestal, las secciones de conductores, las protecciones de los tableros, y la malla de puesta a tierra. Finalmente, se desarrolló un presupuesto detallado que estima el costo total del proyecto en 2.192.706.825 Gs.

Pabla Soledad Guerrero Avalos y **Richart Daniel Barrios Fleitas** en su trabajo final de grado titulado "**DESARROLLO DE UN PROYECTO EJECUTIVO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL FUTURO EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ CON LA UTILIZACIÓN PARCIAL DE FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVA**" [3] aborda el diseño de una instalación eléctrica para el futuro edificio del rectorado de la UNCA en el campus Arandu Poty, Coronel Oviedo. Ante la ausencia de un proyecto eléctrico en el plan civil presentado por estudiantes de Ingeniería Civil de la FCyT-UNCA, se planteó la necesidad de garantizar un suministro eficiente y constante de energía. El objetivo principal es desarrollar una solución eléctrica sostenible que integre fuentes de energía alternativa,

beneficiando a la comunidad educativa al proporcionar un entorno seguro, confortable y ambientalmente responsable.
El proceso incluyó el análisis del plano arquitectónico, revisión de normativas locales e internacionales y el uso de herramientas como Dialux Evo 12.1 y Excel para el diseño eléctrico. Se incorporaron sistemas de alimentación con paneles solares mediante Global Atlas Solar, compensación reactiva y puesta a tierra, cumpliendo estándares de calidad. Finalmente, un análisis técnico y económico determinó la viabilidad del proyecto, con un costo estimado de 213.803 dólares, asegurando eficiencia y sostenibilidad en la operación del edificio.

María Lucia Agüero Meza y **Juan Miguel Benítez Amarilla** el trabajo final de grado titulado **"Proyecto Ejecutivo de Edificación para la Facultad Ciencias de la Producción sede Coronel Oviedo de la Universidad Nacional de Caaguazú en el año 2024"** [1] se centran en la creación de un diseño arquitectónico funcional que satisfaga las necesidades de la facultad. Incluyen un diseño estructural óptimo para garantizar la seguridad y durabilidad de la edificación, abarcando desde la cimentación hasta la estructura del techo. Además, incorporan Instalaciones pluviales, sanitarias, de prevención contra incendios (PCI) y de agua corriente, asegurando un rendimiento eficiente y una protección adecuada para el edificio.
Este proyecto tiene un impacto social significativo, ya que responde a la necesidad de centralizar las actividades académicas y administrativas de la facultad, superando la problemática actual de no contar con una sede propia. Los diseños fueron realizados cumpliendo estrictamente con normativas nacionales e internacionales, garantizando un proyecto integral que aborda las demandas académicas y funcionales del campus de la Universidad Nacional de Caaguazú.

En 2017 ***Simón E. Saade K***. presentó el **"PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A."** [4] que tuvo como objetivo diseñar un sistema de distribución de energía eficiente y seguro. Para ello, se realizó un levantamiento de información sobre las características eléctricas de la maquinaria y se llevó a cabo un diagnóstico de la instalación existente, determinando una carga conectada de 1237,86 kVA y una demanda de 286,77 kVA, con un factor de

demanda de 0,23. A partir de estos datos, se diseñó el sistema de iluminación y se estimaron las cargas de los equipos tanto en el área de planta como en las oficinas. También se calcularon los alimentadores eléctricos para las cargas principales, los tableros de distribución y los centros de potencia, asegurando su correcta protección y coordinación amperimétrica.

El proyecto incluyó la selección y dimensionamiento del transformador para la alimentación de las cargas de fuerza, así como el diseño de canalizaciones mediante tuberías y bandejas portacables. Se elaboraron los planos correspondientes, junto con la memoria descriptiva y las especificaciones técnicas necesarias para la implementación. Además, se aplicó un método propio del autor para la ubicación de los tableros eléctricos, basado en criterios de ampacidad del conductor, caída de tensión y capacidad de cortocircuito, optimizando así la selección de conductores. Finalmente, se desarrollaron las partidas y cómputos métricos que permitieron planificar la ejecución del sistema eléctrico, garantizando su funcionalidad y eficiencia.

Objetivos

Objetivo General

- Elaborar el Proyecto de la instalación Eléctrica de la futura sede de la Facultad de Ciencias de la Producción de la Universidad Nacional de Caaguazú ubicado en la Ciudad de Coronel Oviedo.

Objetivos Específicos

- Realizar el relevamiento de datos.
- Dimensionar los materiales y equipos para la instalación eléctrica utilizando una norma de referencia para el efecto.
- Dimensionar un sistema de alimentación de emergencia, buscando la alternativa más eficiente posible.
- Diseñar y dimensionar los esquemas de los sistemas de puesta a tierra TNS o TNCS de acuerdo a la Norma Paraguaya NP 2 028 13.
- Realizar el presupuesto de la instalación eléctrica.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Norma de iluminación interior UNE 12464.1:2021 [5]

La norma UNE 12464.1:2021, titulada oficialmente "Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores", es una norma europea que especifica los requisitos de iluminación para los lugares de trabajo en interiores. Fue aprobada por el Comité Europeo de Normalización (CEN) el 9 de mayo de 2021 y sustituye a la versión anterior UNE-EN 12464-1:2012.

1.1.1. Aspectos Clave de UNE 12464.1:2021

Objetivo: La norma busca garantizar una calidad y cantidad de iluminación adecuadas en diversos entornos laborales interiores, mejorando así el rendimiento visual y la seguridad de los trabajadores.

Ámbito de Aplicación: Se aplica a todos los tipos de lugares de trabajo en interiores, proporcionando directrices sobre niveles de iluminancia, control del deslumbramiento y reproducción del color.

Actualizaciones: La versión de 2021 introduce varias actualizaciones:

Aclaraciones sobre el apantallamiento contra el deslumbramiento.

Recomendaciones para la Calificación Unificada de Deslumbramiento (UGR) en situaciones no estándar.

Nuevos anexos que ofrecen medidas prácticas para diferentes aplicaciones, como oficinas y entornos industriales.

Información adicional sobre los requisitos de iluminación específicos para Instalaciones ferroviarias.

1.1.2. Importancia del Cumplimiento

Cumplir con la UNE 12464.1 es esencial no solo para satisfacer las obligaciones legales relacionadas con la seguridad en el trabajo, sino también para promover la eficiencia energética. La norma está alineada con la Directiva de la UE sobre el Rendimiento Energético de los Edificios, que tiene como objetivo reducir el consumo energético en los sistemas de iluminación mediante la promoción de prácticas efectivas y sostenibles.

1.1.3. Iluminación de Emergencia según UNE 12464.1:2021

Objetivo: La iluminación de emergencia es crucial para garantizar la seguridad de los trabajadores en situaciones de fallo eléctrico o emergencias. La norma establece que debe existir un sistema de iluminación que permita a las personas evacuar el lugar de trabajo de manera segura.

1.1.3.1. Requisitos Específicos

Niveles de Iluminancia: Se deben definir niveles mínimos de iluminancia para las rutas de evacuación y áreas críticas, asegurando que sean suficientes para permitir una evacuación rápida y segura.

Distribución: La iluminación de emergencia debe estar distribuida uniformemente para evitar sombras y deslumbramientos que puedan dificultar la visibilidad.

Autonomía: Los sistemas de iluminación de emergencia deben tener suficiente autonomía para funcionar durante un tiempo adecuado tras un corte de energía, generalmente recomendado por un mínimo de 1 hora.

Mantenimiento y Revisión: Es fundamental realizar pruebas periódicas y mantenimiento regular del sistema de iluminación de emergencia para asegurar su funcionalidad en caso de necesidad.

1.3.3.2. Importancia

La implementación adecuada de la iluminación de emergencia no solo cumple con los requisitos legales, sino que también contribuye a la creación de un ambiente laboral seguro, lo cual es esencial para el bienestar y la productividad de los empleados. La norma UNE 12464.1:2021 proporciona un marco claro para abordar estos aspectos, asegurando que todos los lugares de trabajo cumplan con las mejores prácticas en materia de seguridad y eficiencia energética.

1.2. Norma paraguaya NP 2 028 13 [6]

La Norma Paraguaya NP 2 028 13 se refiere a las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, y es una actualización de la norma anterior NP 2 028 96. Esta norma establece los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir las Instalaciones eléctricas de baja tensión en Paraguay, abarcando tanto nuevas Instalaciones como modificaciones en las existentes.

1.2.1. Aspectos Clave de la NP 2 028 13

1.2.1.1. Objetivo

Garantizar la seguridad de las personas y bienes, así como el correcto funcionamiento de las Instalaciones eléctricas. Se aplica a edificaciones de diversos usos, incluyendo residenciales, comerciales e industriales.

1.2.1.2. Ámbito de Aplicación

Instalaciones eléctricas con tensión nominal igual o inferior a 1.000 V en corriente alterna y hasta 1.500 V en corriente continúa.
Incluye circuitos eléctricos, cableado y líneas fijas que no estén cubiertas por otras normas específicas.

1.2.1.3. Requisitos Generales

Las Instalaciones deben ser diseñadas y ejecutadas para prevenir riesgos eléctricos, garantizando la protección contra choques eléctricos y cortocircuitos.
Se establecen criterios para la selección de materiales y componentes eléctricos, asegurando que cumplan con las normativas vigentes.

1.2.1.4. Inspección y Certificación

Las nuevas Instalaciones o modificaciones deben ser sometidas a inspección por organismos acreditados antes de ser puestas en servicio.
Se emite un certificado que valida el cumplimiento de la norma, permitiendo la conexión a la red eléctrica nacional.

1.2.1.5. Mantenimiento

La norma también enfatiza la importancia del mantenimiento regular para asegurar que las Instalaciones continúen cumpliendo con los requisitos establecidos.
La NP 2 028 13 es fundamental para asegurar la calidad y seguridad en las Instalaciones eléctricas en Paraguay, promoviendo un uso eficiente y seguro de la electricidad en diversos entornos.

1.3. Reglamento de Baja tensión de la ANDE [7]

El Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión (BT) se aplica a las instalaciones eléctricas de baja tensión conectadas, o que se conectarán, a las redes de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). La ANDE distribuye energía eléctrica de baja tensión a una frecuencia nominal de 50 Hz.

1.3.1. Puntos clave del reglamento

Aplicación: El reglamento se aplica a todas las instalaciones de energía eléctrica de baja tensión, definidas como aquellas con una tensión de servicio igual o inferior a 1000 Voltios. Esto incluye el lado primario de cargas que operan a tensiones más altas (producidas por transformadores o autotransformadores) donde la tensión primaria es igual o inferior a 1000 Voltios.
Requisitos del Proyecto: Cualquier proyecto de nueva instalación eléctrica, o modificaciones/ampliaciones de instalaciones existentes, debe proporcionar todos los detalles necesarios para una comprensión integral del trabajo previsto. Esto incluye planos de ubicación, planos generales, planos parciales y, si es necesario, secciones, perfiles, fachadas y diseños detallados.
Tensiones de Suministro: ANDE suministra electricidad a diferentes tensiones nominales en Baja Tensión: 380 Voltios (trifásica) o 380 / $\sqrt{3}$ Voltios (monofásica).
Responsabilidades del Cliente: Las instalaciones eléctricas interiores hasta la conexión al medidor son responsabilidad de los usuarios y deben cumplir con las regulaciones de ANDE. Todas las instalaciones interiores deben ser aprobadas por ANDE antes de su uso.

Conexión de Servicio: Una vez que la energía eléctrica está conectada, todos los materiales relacionados con la conexión de servicio son responsabilidad de ANDE, que es entonces responsable de su conservación y mantenimiento. Los usuarios no están autorizados a modificar o manipular la conexión de servicio sin la autorización previa de ANDE.

Conductores de Servicio: Los conductores para las conexiones de servicio deben estar aislados con material adecuado para uso en exteriores y cumplir condiciones específicas:

- Sección mínima: 4 mm² de cobre.
- Longitud máxima de servicio con la sección mínima: 20 m medidos en el plano horizontal.
- Longitud máxima permitida del servicio: 25 m medidos en el plano horizontal.
- Sección mínima para longitudes de servicio superiores a 20 m: 6 mm² de cobre.
- Los conductores de servicio no deben tener uniones, empalmes o derivaciones intermedias.

Estas regulaciones fueron aprobadas inicialmente en 1971 y se actualizan según sea necesario para reflejar la experiencia y los avances tecnológicos.

1.4. Reglamento para instalaciones eléctricas de media tensión ANDE [8]

1.4.1. Alcance del Reglamento

Este Reglamento se aplica a las instalaciones eléctricas de media tensión conectadas a las redes de la ANDE, y a las de aquellas entidades que explotan los servicios de generación, transmisión y/o distribución de energía eléctrica, autorizadas por la ANDE.
La ANDE distribuye energía eléctrica de media tensión a la frecuencia de 50 Hz mediante:

- Redes trifásicas trifilares sin neutro a 6000 voltios entre fases.
- Redes trifásicas con neutro conectado a tierra a la tensión de 23000 voltios entre fases y 13200 voltios entre fase y neutro.

1.4.2. Objetivos

El Reglamento fija los métodos de ejecución de las instalaciones eléctricas de media tensión, de 1 kV a 24 kV, de modo a establecer la necesaria seguridad y eficiencia en su instalación.

1.4.3. Campo de Aplicación

El Reglamento se aplica a instalaciones de utilización general de energía eléctrica en propiedades públicas o privadas, y las respectivas conexiones a la Red de Distribución de energía.

Las prescripciones del Reglamento constituyen las exigencias mínimas a que deben obedecer las instalaciones eléctricas a las cuales se refieren. Se aplica tanto a instalaciones nuevas como a las reformas de carácter permanente o temporario.

2. METODOLOGÍA

2.1. Fases metodológicas

Se desarrollan las siguientes fases metodológicas para encarar el logro de los objetivos perseguidos con este proyecto de fin de grado:

Fase I: Recolección de datos

Se procede a relevar datos concernientes a los planos y la ubicación de cada planta de la construcción, así como los planos elaborados por los proyectistas de la carrera de ingeniería civil. También se realiza un cómputo de cargas de cada planta y el total de la edificación.

Fase II: Dimensionamiento de los materiales y equipos para la instalación eléctrica de la edificación

Se dimensionan todos los materiales, desde la linea de media tension, transformadores, conductores, artefactos de iluminación y todos los equipos necesarios para el correcto y óptimo desempeño de la instalación, utilizando como referencia los reglamentos de baja y media tensión de la ANDE y la Norma NP 2 028 13, respetando las recomendaciones de los fabricantes de los artefactos a utilizar. Se precisa la cantidad, tipo y ubicación de las luminarias a utilizar en la instalación según la necesidad de cada espacio de la construcción mediante el software Dialux para el mejor cálculo.

Fase III: Dimensionamiento de un sistema de alimentación de emergencia

En esta fase se analizan los métodos de sistemas de alimentación de emergencia, optando por la alternativa más conveniente para la edificación. Se realizan los cálculos de dimensionamiento que sean necesarios.

Fase IV: Diseño y dimensionamiento de los esquemas de los sistemas de puesta a tierra

En esta fase se lleva a cabo la medición de la resistividad del suelo en el terreno, teniendo en cuenta aspectos técnicos estipulados en las normas vigentes para el mismo, de manera a dimensionar el sistema de puesta a tierra adecuado. Luego se elaboran los planos mediante la utilización de software especializado AutoCAD. Se opta por un sistema TNS según las recomendaciones de la Norma Paraguaya en cuanto a tipo de sistema de conexiones de puesta a tierra, realizándose todos los cálculos de dimensionamiento requeridos para que cumplan debidamente su función de proteger la vida de las personas y de las Instalaciones.

Fase V: Realización del presupuesto del proyecto

En esta fase se calcula el costo de la inversión en la instalación eléctrica que se realiza en el futuro local de la Facultad de Ciencias de la Producción, considerando costos de materiales, mano de obra calificada, etc.

2.2. Descripción del área de estudio

El área de estudio abarca por completo la zona de construcción del bloque de aulas del futuro edificio de la institución educativa, que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Área del edificio

Descripción	**Área (m^2)**
Planta baja	979
Primer piso	914
Segundo piso	979
Total	**2872**

2.2.1. Emplazamiento de la Instalación

La ubicación seleccionada para la ejecución del proyecto está situada al sur de la ciudad de Coronel Oviedo, en una zona que forma parte del terreno asignado a la Universidad Nacional del Caaguazú. Este lugar se encuentra exactamente en el kilómetro 138 de la Ruta PY08, conocida como Blas A. Garay, a aproximadamente 3 km de la rotonda de la ciudad, lo que la convierte en un punto estratégico para el desarrollo del proyecto.

El terreno asignado a la Facultad de Ciencias de la Producción abarca una superficie total aproximada de 3,65 hectáreas. El área destinada para la implementación del proyecto tiene una extensión aproximada de 2,34 hectáreas y limita al norte con el predio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías, al este con la Facultad de Odontología y al sur con el nuevo Gran Hospital de Coronel Oviedo.

2.2.2. Descripción del edificio

El diseño arquitectónico se compone de dos bloques, cada uno con tres niveles; Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso como se aprecia en la Figura 1.

2.2.2.1. Planta Baja

En la planta baja se encuentra el área administrativa y académica. El bloque 1 está dedicado exclusivamente a oficinas administrativas, que incluyen: Recepción, Perceptoría, Dirección Académica con su respectiva secretaria, Rendición de Cuentas,

Presupuesto y Contabilidad, Dirección Administrativa con su secretaria, Dirección de Extensión, Secretaría General, Dirección de Investigación y varias secretarías.

Por otro lado, el bloque 2 cuenta con cuatro aulas, de las cuales dos pueden integrarse para formar un aula magna o de mayor capacidad, destinada a otros servicios de la Facultad de Ciencias de la Producción. Además, tanto el bloque 1 como el bloque 2 disponen de sanitarios, que incluyen una sala de lactancia, conforme a lo establecido en el Lineamiento Técnico de Sala de Lactancia Materna para instituciones y empresas públicas y privadas.

2.2.2.2. Primer Piso

En el primer piso se encuentran tanto aulas como oficinas administrativas. En el bloque 1, la distribución arquitectónica incluye las siguientes áreas: Decanato, Vicedecanato, Dirección de Posgrados, Dirección de Talento Humano, Dirección de Filiales, Asesoría Jurídica y Dirección de Planificación, entre otras. Así, se satisfacen todas las necesidades administrativas.

En el bloque 2, hay tres aulas destinadas al desarrollo de clases y una sala que funciona como Sala de Reuniones del Consejo Directivo.

2.2.2.3. Segundo Piso

Dado que los espacios administrativos ya están cubiertos en los niveles inferiores, el segundo y último piso del edificio está diseñado exclusivamente para el desarrollo de clases. En esta planta se disponen de ocho aulas, de las cuales dos pueden integrarse mediante una mampara termoacústica, lo que permite ampliar la capacidad del espacio cuando sea necesario. Esta flexibilidad facilita su utilización para diversos fines académicos, adaptándose a diferentes necesidades pedagógicas.
Además, en esta planta se encuentran sanitarios para damas y caballeros, un sanitario para personas con discapacidad y una sala de lactancia, de acuerdo con lo establecido en el Lineamiento Técnico y Administrativo de Sala de Lactancia Materna para Instituciones y Empresas Públicas y Privadas.

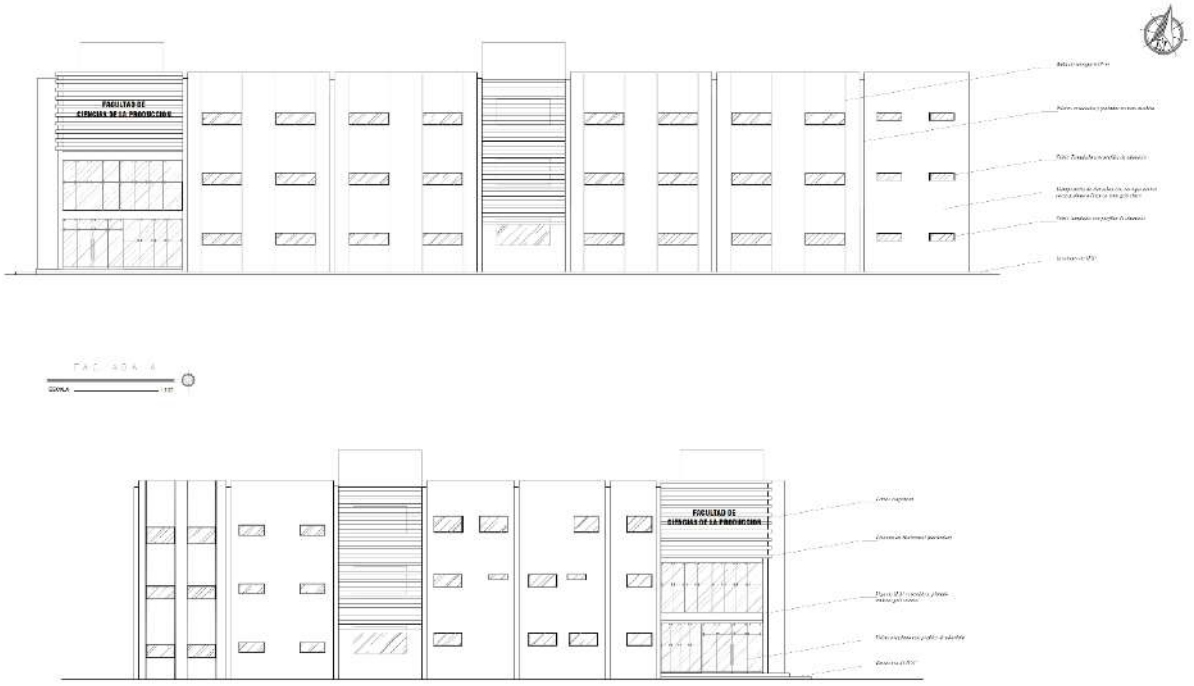


Figura 1. Fachada del edificio de la FCP.

2.3. Reglamentos y normas técnicas consideradas

- Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión. Administración

Nacional de Electricidad.

- Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Media Tensión. Administración

Nacional de Electricidad.

- Pliego de Tarifas Nro. 21
- Norma Paraguaya NP 2 028 13 Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión,

Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN).

- Norma de iluminación interior UNE 12464.1:2021.

2.4. Dimensionamiento del Sistema de Iluminación

Se siguieron los siguientes pasos para el diseño luminotécnico en el software Dialux evo:

2.4.1. Definición del Proyecto

Creación de un Nuevo Proyecto: Se define el tipo de proyecto como iluminación interior y se establece las dimensiones iniciales del espacio.

Importación Planos: Se dispone de los planos arquitectónicos de los tres niveles del edificio (planta baja, primer y segundo piso) en formato DWG y se importan para facilitar la creación del diseño.

2.4.2. Modelado del Espacio

Diseño el Espacio: Utilizando las herramientas de modelado para crear la geometría del edificio, incluyendo habitaciones, pasillos y áreas comunes. Se ajusta las dimensiones y características según las necesidades específicas del edificio.

Elementos Arquitectónicos: Se incluye elementos como paredes, ventanas y puertas para reflejar con precisión el espacio a iluminar.

En total se modelaron 84 espacios (áreas) cuya distribución se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de espacios modelados para el diseño luminotécnico

Denominación	Cantidad de espacios modelados
Planta Baja	33
Primer Piso	34
Segundo Piso	17

Se modelan aberturas como ventanas y puertas además de elementos estructurales inherentes al edificio.

Tonos y colores seleccionados:

Techo: Predomina el blanco o tonos muy claros, ya que reflejan mejor la luz y ayudan a distribuirla de manera uniforme.

Paredes: Colores claros como blanco, beige, gris claro o tonos pastel. Se evitan colores intensos para no absorber demasiada luz ni generar fatiga visual.

Piso: Tonos medios a oscuros, como gris. Los pisos suelen ser más oscuros que paredes y techo para evitar reflejos molestos y porque suelen ensuciarse más fácilmente.

2.4.3. Selección de Luminarias

Elección de Luminarias: Accediendo a la biblioteca de luminarias de DIALux, se selecciona productos reales de diversas marcas. Según el tipo de espacio y los requisitos lumínicos.

2.1.1. PARAGON - Surface Reflective Luminaire PSFB Series 2x20W 4200K IP20 Aluminium Pre-anodized

Características

Potencia: 36W.

Flujo Luminoso: 3600 lm

CCT: 6873 K

CRI: 79

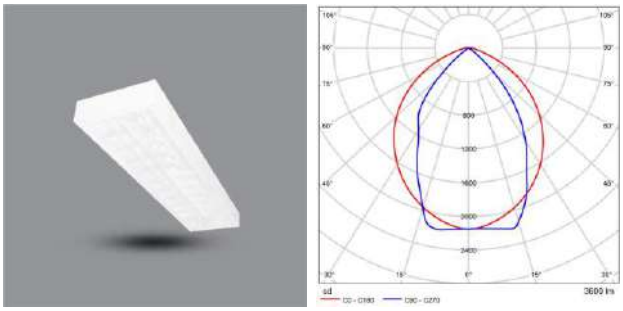


Figura 2. Luminaria PARAGON 2x20W 4200K y curva fotométrica.

2.1.2. PARAGON - Surface Reflective Luminaire PSFB Series 3x20W 4200K IP20 Aluminium Pre-anodized

Características

Potencia: 48W.

Flujo Luminoso: 4800 lm

CCT: 6873 K

CRI: 79

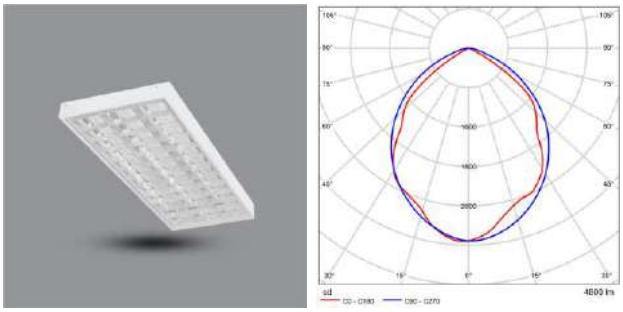


Figura 3. Luminaria 3x20W 4200K y curva fotométrica.

2.1.3. Philips - DN571C LED12S/940H DIA-CLO-E C

Características

Potencia: 9.4 W.

Flujo Luminoso: 1200 lm

CCT: 4000 K

CRI: 90

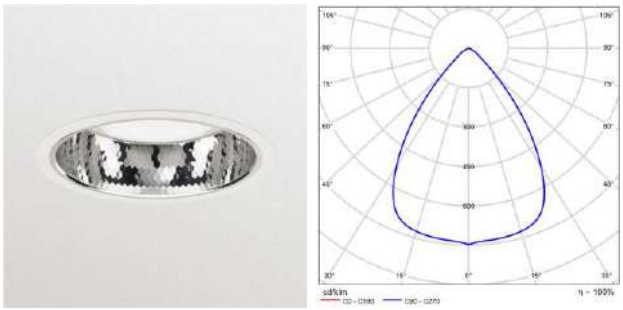


Figura 4. Luminaria Philips LED12S/940H y curva fotométrica.

2.1.4. Regiolux - visula-VSWIG/635 LED - Diffusor geeist | Frosted diffuser

Características

Potencia: 23.6 W.

Flujo Luminoso: 2694 lm

CCT: 4000 K

CRI: 80

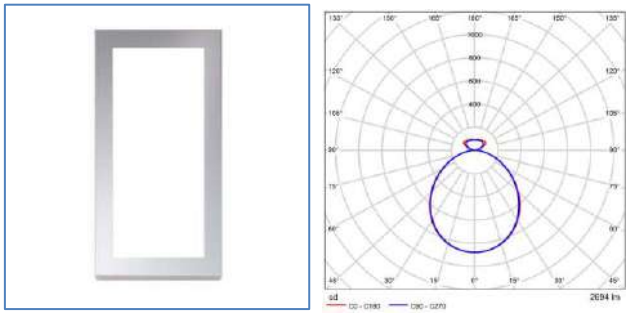


Figura 5. Luminaria Regiolux visula-VSWIG/635 LED y curva fotométrica.

2.1.5. LUXIONA - RUBIN CLEAN NO FRAME LED 2600 SHM E IP65 840 / 600X300

Características

Potencia: 14.4 W.

Flujo Luminoso: 2617 lm

CCT: 6873 K

CRI: 79

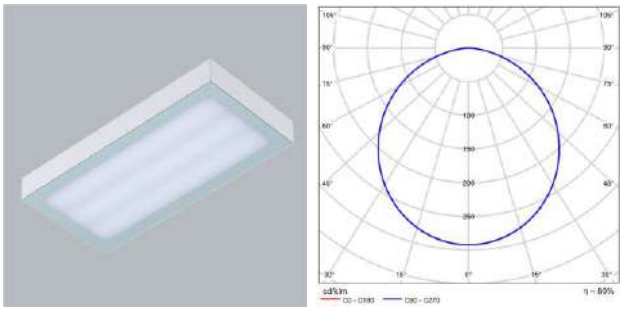


Figura 6. Luminaria LUXIONA - RUBIN CLEAN NO FRAME LED 14.4 W y curva fotométrica.

2.1.6. LUXIONA - X-LINE LED COMPACT 4000 PLX E 04 840 / L-1132MM

Características

Potencia: 27 W.

Flujo Luminoso: 4118 lm

CCT: 6873 K

CRI: 79

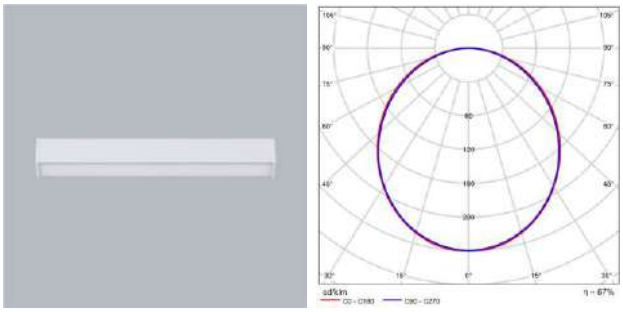


Figura 7. Luminaria LUXIONA - X-LINE LED COMPACT 4000 y curva fotométrica.

2.1.7. Philips - DN145B LED6S/840 PSU II WH

Características

Potencia: 6.5 W.

Flujo Luminoso: 650 lm

CCT: 4000 K

CRI: 80

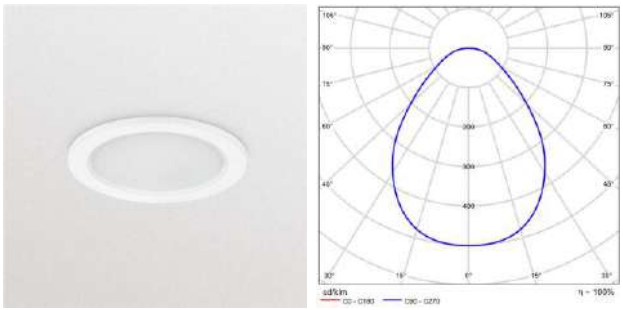


Figura 8. Luminaria Philips - DN145B LED6S/840 y curva fotométrica.

Configuración de Luminarias: se ajusta parámetros como la altura de instalación, ángulo de inclinación y distribución de luz según las necesidades específicas del diseño.

2.4.4. Distribución de Luminarias

Posicionamiento de Luminarias: se coloca las luminarias en el espacio modelado. Esto se hace de manualmente y/o utilizando herramientas automáticas que optimizan la disposición según criterios predefinidos.

Verificación la Distribución: Utilizando vistas previas en 3D se asegura que la distribución es adecuada y cumple con los estándares deseados.

2.4.5. Cálculo Luminotécnico

Ejecución de Cálculos: Iniciando el cálculo luminotécnico se evalúa la distribución de luz en el espacio. DIALux calcula parámetros como niveles de iluminancia, uniformidad y deslumbramiento.

Revisión de Resultados: se analiza los resultados obtenidos para verificar si cumplen con la norma UNE 12464.1:2021 (niveles mínimos de iluminancia y uniformidad).

Tabla 3. Resumen de resultados luminotécnicos para la planta baja del edificio.

Denominación	Calculado (lux)	Nominal (lux)	Calculado Uo	Uo nominal
Archivo	429	300	0,87	0,4
Área 1	117	100	0,5	0,4
Área 2	112	100	0,77	0,4
Área 3	168	100	0,63	0,4
Área 4	138	100	0,75	0,4
Aula de clases 1	557	500	0,65	0,6
Aula de clases 2	558	500	0,62	0,6
Aula de clases 3	550	500	0,7	0,6
Aula de clases 4	549	500	0,65	0,6
Caja Fuerte	290	200	0,89	0,4
Dirección académica	635	500	0,81	0,5
Dirección administrativa	664	500	0,87	0,6
Dirección de extensión	687	500	0,82	0,6
Dirección de investigación 1	502	500	0,69	0,6
Dirección de investigación 2	676	500	0,81	0,6
Oficina de secretaria 1	716	450	0,82	0,6
Oficina de secretaria 2	688	500	0,78	0,6
Oficinas	725	500	0,78	0,6
Oficinas auxiliares	698	500	0,82	0,6
Preceptoría	364	300	0,79	0,59
Presupuesto y contabilidad	680	500	0,8	0,6
Sala de lactancia 1	195	185	0,83	0,4
Sala de lactancia 2	186	185	0,81	0,4
Secretaria	614	498	0,82	0,6
Secretaria dirección administrativa	656	500	0,75	0,6
Secretaria general	691	500	0,76	0,6
SSHH 1	206	200	0,87	0,4
SSHH 2	215	200	0,86	0,4
SSHH Caballeros 1	252	200	0,63	0,4
SSHH Caballeros 2	239	200	0,76	0,4
SSHH Damas 1	264	200	0,73	0,4
SSHH Damas 2	233	200	0,76	0,4
Recepción	431	300	0,4	0,4

Tabla 4. Resumen de resultados luminotécnicos para el primer piso del edificio.

Denominación	Calculado (lux)	Nominal (lux)	Calculado Uo	Uo nominal
Archivero	350	300	0,83	0,4
Área 1	135	100	0,52	0,4
Área 3	132	100	0,67	0,4
Área 4	191	100	0,69	0,4
Área 5	182	100	0,51	0,4
Área 6	171	100	0,7	0,4
Asesoría jurídica	532	500	0,81	0,6
Decanato	531	400	0,79	0,59
Dirección de filiales	566	400	0,81	0,6
Dirección de investigación	532	500	0,83	0,6
Dirección de planificación	508	490	0,7	0,6
Dirección de talento humano	546	500	0,74	0,6
Oficina auxiliar	530	500	0,82	0,6
Oficina de posgrado	623	500	0,82	0,6
Oficina de secretaria 1	525	500	0,79	0,6
Oficina de secretaria 2	579	500	0,78	0,6
Oficina de secretaria 3	539	500	0,72	0,6
Oficina de secretaria 4	609	500	0,81	0,6
Sala de lactancia 1	189	150	0,81	0,2
Sala de lactancia 2	181	150	0,78	0,2
Sala de reuniones	562	500	0,65	0,6
Salón de clases 1	571	500	0,68	0,6
Salón de clases 2	570	500	0,7	0,6
Salón de clases 3	563	500	0,7	0,6
Secretaria	558	500	0,74	0,6
SSHH 1	186	150	0,78	0,4
SSHH 2	210	150	0,85	0,4
SSHH 3	218	150	0,82	0,4
SSHH 4	208	150	0,85	0,35
SSHH Caballeros 1	206	150	0,55	0,3
SSHH Caballeros 2	192	150	0,6	0,4
SSHH Damas 1	216	150	0,66	0,25
SSHH Damas 2	187	150	0,6	0,4
Vicedecanato	531	500	0,65	0,6

Tabla 5. Resumen de resultados luminotécnicos para el segundo piso del edificio.

Denominación	Calculado (lux)	Nominal (lux)	Calculado Uo	Uo nominal
Aula de clases 1	586	500	0,71	0,6
Aula de clases 2	586	500	0,71	0,6
Aula de clases 3	578	500	0,67	0,6
Aula de clases 4	586	500	0,72	0,6
Aula de clases 5	527	500	0,65	0,6
Aula de clases 6	616	500	0,65	0,6
Aula de clases 7	604	500	0,7	0,6
Aula de clases 8	532	500	0,72	0,6
Pasillo	202	100	0,42	0,4
Sala de lactancia 1	206	150	0,78	0,4
Sala de lactancia 2	197	150	0,79	0,4
SSHH	221	150	0,84	0,4
SSHH	232	150	0,8	0,4
SSHH Caballeros 1	173	150	0,58	0,4
SSHH Caballeros 2	228	150	0,61	0,4
SSHH Damas 1	181	150	0,69	0,4
SSHH Damas 2	224	150	0,63	0,4

2.4.6. Documentación del Proyecto

Generación de Informes: se crean informes completos que incluyen todos los detalles del diseño, especificaciones técnicas, resultados de cálculos y visualizaciones en 2D y 3D. en el Anexo 3 se presentan vistas 3D de la simulación en Dialux.

2.5. Planos eléctricos

Adjunto a este proyecto se presentan los siguientes planos eléctricos elaborados según las normas vigentes.

2.6. Dimensionamiento de Circuitos Eléctricos

2.6.1. Cálculos correspondientes de los circuitos eléctricos

En la Tabla 6 se muestra un resumen de potencia instalada por cada tablero totalizando 237.945 W. En el Anexo 1 se presenta la memoria de cálculo.

Tabla 6. Resumen de potencia instalada por tablero.

DENOMINACIÓN	**POTENCIA INSTALADA**		**CORRIENTE NOMINAL**	
TABLERO SECCIONAL 1 Luz y toma (TS1)	6.575	W	12,49	A
TABLERO SECCIONAL 1 A.A. (TS1)	31.500	W	59,83	A
TABLERO SECCIONAL 2 Luz y toma (TS2)	13.777	W	26,17	A
TABLERO SECCIONAL 2 A.A. (TS2)	26.250	W	49,85	A
TABLERO SECCIONAL 3 (TS3) (Ascensor)	7.460	W	14,17	A
TABLERO SECCIONAL 4 Luz y Toma (TS4)	5.235	W	9,94	A
TABLERO SECCIONAL 4 A.A. (TS4)	30.000	W	56,98	A
TABLERO SECCIONAL 5 Luz y Toma (TS5)	11.855	W	22,52	A
TABLERO SECCIONAL 5 A.A. (TS5)	23.250	W	44,16	A
TABLERO SECCIONAL 6 Luz y Toma (TS6)	10.076	W	19,14	A
TABLERO SECCIONAL 6 A.A. (TS6)	42.000	W	79,77	A
TABLERO SECCIONAL 7 (TS7) (PCI)	20.142	W	38,25	A
TABLERO SECCIONAL 8 (TS8)Ascensor #1	7.460	W	14,17	A
Bomba de agua #2	2.365	W	4,49	A
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN TP	**237.945**	**W**	**451,91**	**A**

Mediante el cálculo presentado en el Anexo 1 se presentan los resultados obtenidos en la Tabla 7 en cuanto a protecciones termomagnéticas de los circuitos y sección de conductores para alimentar cada tablero.

Tabla 7. Protecciones y sección de conductores por tablero

DENOMINACIÓN	TM[A]	SECCIÓN DEL CONDUCTOR [mm^2]	LONGITUD[m]
T. SECCIONAL 1 Luz y Toma (TS1)	3X15	4x4	37
T. SECCIONAL 1 A.A. (TS1)	3X63	4x25	37
T. SECCIONAL 2 Luz y Toma (TS2)	3X25	4x4	6
T. SECCIONAL 2 A.A. (TS2)	3X50	4x6	6
T. SECCIONAL 3 (TS3) (Ascensor)	3X16	4x4	16
T. SECCIONAL 4 Luz y Toma (TS4)	3X10	4x4	41
T. SECCIONAL 4 A.A. (TS4)	3X63	4x25	41
T. SECCIONAL 5 Luz y Toma (TS5)	3X25	4x4	9
T. SECCIONAL 5 A.A. (TS5)	3X50	4x6	9
T. SECCIONAL 6 Luz y Toma (TS6)	3x25	4x4	44
T. SECCIONAL 6 A.A. (TS6)	3x80	4x35	44
T. SECCIONAL 7 (TS7) (PCI)	3x50	4x6	6
Ascensor #1 (TS8)	3X16	4x4	54
Bomba de agua	3x10	4x4	30
TABLERO GENERAL	**3x630**	**8x300**	**10**

Descripción de sección: 4x4 (Conductor de 4 mm^2 para la Fase R, S y T más neutro)

2.6.2. Dimensionamiento de Transformador

La potencia total instalada de la sede es de 237.945 W y según la Tabla 11 el factor de potencia considerada de la instalación sin compensación reactiva es de 0,80.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{237.945\ W}{0{,}80} = 297{,}43\ kVA$$

Hecho el cálculo obtenemos que la potencia aparente de la instalación general es de 297,43 KVA. Como en el mercado no existe un transformador de dicha potencia se opta por superior, se opta por un transformador de 500 kVA, el cual asumirá la carga del edificio y también se tiene con dicho transformador potencia disponible para eventuales aplicaciones.

El transformador por el cual se opta es trifásico tipo pedestal (Figura 9), porque a diferencia de los transformadores convencionales posee la principal ventaja de no estar expuesto directamente a descargas atmosféricas existentes.

Figura 9. Transformador tipo pedestal de 500 kVA.

2.6.3. Dimensionamiento de Generador

El grupo electrógeno se destinará, en caso de emergencia por fallas en el suministro eléctrico del edificio, a proporcionar energía a los circuitos de iluminación, tomacorrientes y al ascensor.

En la Tabla 8 se presenta los circuitos a ser alimentados por el generador en caso de falta de suministro.

Tabla 8. Cargas alimentadas por el generador.

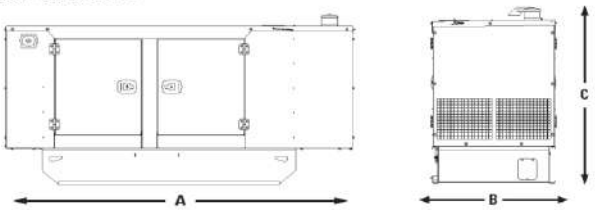
DENOMINACIÓN	**POTENCIA INSTALADA [W]**
TABLERO SECCIONAL 1 Luz y Toma (TS1)	6.575
TABLERO SECCIONAL 2 Luz y Toma (TS2)	13.777
TABLERO SECCIONAL 3 (TS3) (Ascensor)	7.460
TABLERO SECCIONAL 4 Luz y Toma (TS4)	5.235
TABLERO SECCIONAL 5 Luz y Toma (TS5)	11.855
TABLERO SECCIONAL 6 Luz y Toma (TS6)	10.076
TABLERO SECCIONAL 7 (TS7) (PCI)	20.142
Ascensor #1 (TS8)	7.460
Bomba de agua #2 (TS9)	2.365
POTENCIA TOTAL [W]	**84.945**

A continuación, se determina la potencia del grupo electrógeno. Para ello, se calculan los valores de la potencia aparente del generador en kVA, utilizando la potencia total a alimentar y considerando un factor de potencia promedio de 0,80 para las cargas de iluminación y tomacorriente, teniendo en cuenta la peor condición de factor de potencia.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{84{,}945\ kW}{0{,}80} = 106{,}18\ kVA$$

Debido a que no se encuentra en el mercado un generador con la capacidad exacta requerida, se optará por seleccionar un grupo electrógeno Diésel de 135 kVA. Esta elección se realiza teniendo en cuenta la posibilidad de futuras ampliaciones de carga en el edificio.

PESOS Y DIMENSIONES



Nota: La configuración general no debe utilizarse para la instalación. Para obtener más información, Consulte los Dibujos de la Unidad con Medidas Generales.

Dim. "A" mm (in)	Dim. "B" mm (in)	Dim. "C" mm (in)	Peso seco* kg (lb)
2745 (108,5)	999 (39,3)	1476 (58,1)	1330 (2932,1)

Figura 10. Dimensiones del grupo electrógeno de 135 kW Cat® DE135 GC.

2.6.4. Diseño de puesta a tierra

2.6.4.1. Método de variación de profundidad para la medición de resistividad

Para la medición de resistividad se emplea el Método de la Variación de Profundidad de la norma ANSI/IEEE Std 81-1983, consiste en medir la resistencia de puesta a tierra de un electrodo tipo varilla y, basados en la ecuación de resistencia a tierra de un electrodo vertical en un suelo homogéneo y los datos geométricos de la varilla, derivar la resistividad del suelo. Se asume que el terreno es homogéneo.

Donde:

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1}$$

ρ: Resistividad del terreno.

L: longitud del electrodo.

a: radio del electrodo.

R: valor de resistencia leído por el equipo.

Se realizan dos mediciones colocando los electrodos en diferentes orientaciones con el fin de comparar los valores. En la primera medición con los electrodos orientados hacia el oeste se obtiene una resistividad promedio de 110.4 Ω.m y en la segunda medición con los electrodos orientados hacia el sur se obtiene una resistividad promedio de 111.43 Ω.m adoptándose este valor para el diseño por ser la resistividad más alta.

El instrumento utilizado fue el Telurómetro digital Minipa MTR - 1522 .

Medición de Resistividad 1		
Fecha:	10,6,2025	
Ciudad:	FCP Unca	
Clima:	Soleado, sin lluvias en 5 días previos	
Método de medición:	Variación de profundidad	
Separación	**Resistencia**	**Resistividad**
metros	**Ω**	**Ω.m**
0,3	615	288,59
0,6	286	228,91
0,9	131	144,81
1,2	60	83,73
1,5	27,7	46,40
1,8	19	36,99
2,1	12,99	28,74
2,4	10,1	24,98
	Resistividad promedio	110,40

Medición de Resistividad 2		
Fecha:	10,6,2025	
Ciudad:	FCP Unca	
Clima:	Soleado, sin lluvias en 5 días previos	
Método de medición:	Variación de profundidad	
Separación	**Resistencia**	**Resistividad**
metros	**Ω**	**Ω.m**
0,3	620	290,94
0,6	287	229,71
0,9	131	144,81
1,2	61	85,12
1,5	27,8	46,57
1,8	19,6	38,16
2,1	13,07	28,92
2,4	11	27,21
	Resistividad promedio	111,43

2.6.4.2. Diseño de malla de puesta a tierra en ETAP

El diseño de malla de puesta a tierra para el edificio se realizó con el software ETAP utilizando el método de elementos finitos (Este método permite la aproximación de soluciones a ecuaciones diferenciales parciales que describen fenómenos físicos, dividiendo un dominio continuo en un número finito de subdominios llamados elementos finitos) para una resistividad de suelo de 111,4 Ω.m (utilizando el método de variación de profundidad. En la Figura 11 se puede observar la disposición de las jabalinas y conductores.

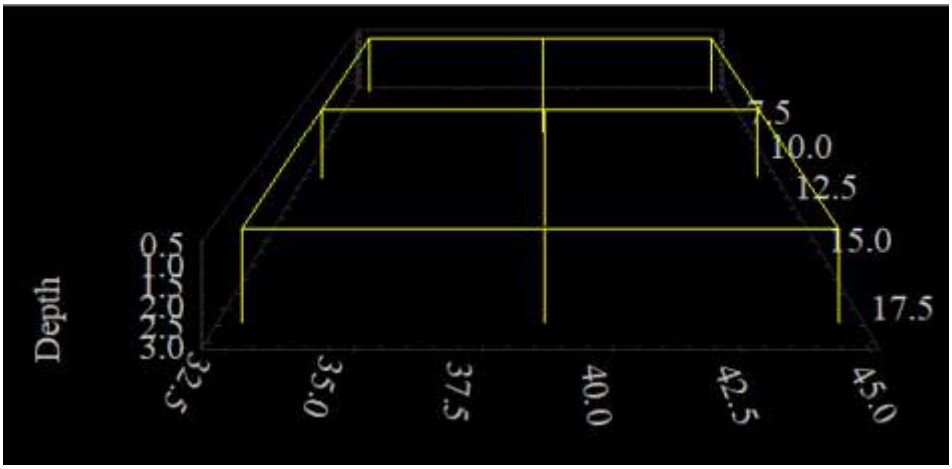


Figura 11. Diseño de malla de puesta a tierra.

Se emplean 9 jabalinas de 2.5 metros de longitud cada una y 72 metros de conductores de 35 mm^2 para obtener una resistencia de puesta a tierra de 4.037 Ohm como se aprecia en la figura11**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. La malla tiene una forma rectangular de 10x10m, con conductores formando cuadriculas cada 5x5m., en cada intersección cuenta con una jabalina unida con soldadura exotérmica.

2.7. Presupuesto

En la siguiente tabla se presenta el resumen del presupuesto del proyecto eléctrico. En concepto de materiales se estima una suma de 991.834.856 gs. y en mano de obra 795.623.000 gs., totalizando **1.787.596.576**gs.

Para el cálculo de Costo de Mano de Obra se tomó como referencia los valores publicados en la Revista “Mundo de la Electricidad” [9], que son válidos para todo el país y fueron aprobados por la Federación de Asociaciones de Electricistas del Paraguay (FAEP). El precio referencial de una (1) boca es de Gs. 78.000 IVA incluido. Además de consulta directas de presupuestos a empresas del rubro eléctrico.

Tabla 9. Presupuesto del proyecto eléctrico

ITEM	MATERIALES	SUBTOTAL (Gs.)
1	LUMINARIAS	134.952.458
2	PLACAS Y MODULOS	5.123.573
3	PROTECCIONES	36.917.086
4	DUCTOS, CAJAS Y TABLEROS	14.920.550
5	CONDUCTORES	182.018.576
6	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADOS	298.942.000
7	CCTV	18.048.777
8	PCI	52.174.630
9	VARIOS	8.868.726
10	BANCO DE CAPACITORES	8.400.000
11	INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	231.607.200
SUBTOTAL (Gs.)		**991.973.576**

ITEM	MANO DE OBRA	SUB-TOTAL (Gs.)
1	MANO DE OBRA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	749.568.000
2	MANO DE OBRA DE CCTV	14.640.000
3	MANO DE OBRA DE PCI	31.415.000
SUBTOTAL (Gs.)		**795.623.000**
TOTAL (Gs.)		**1.787.596.576**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El proyecto eléctrico se desarrolló con base en los planos de cada planta del edificio, considerando las cargas de iluminación, tomacorrientes, refrigeración y señales débiles. A partir del cálculo de las cargas por planta, se obtuvo un total de 237.945 W, las cuales serán alimentadas por un transformador tipo pedestal de 500 kVA.

Se realizó el cálculo y dimensionamiento de materiales y equipos para la instalación eléctrica conforme a la Norma Paraguaya de Baja Tensión y la UNE 12464.1:2021 para el sistema de iluminación.

Adicionalmente, se diseñó un sistema de alimentación de emergencia mediante un grupo electrógeno de 135 kVA, destinado a garantizar el suministro de energía en caso de fallas en la red eléctrica, cubriendo los circuitos de iluminación, tomacorrientes y ascensores.

El sistema de puesta a tierra adoptado corresponde al sistema TNS, conforme a la Norma Paraguaya NP 2 028 13. Se proyectó una malla de puesta a tierra rectangular utilizando el software ETAP, logrando una resistencia de puesta a tierra de 4.037 ohmios, mediante el empleo de 9 jabalinas de 2.5 metros de longitud y 72 metros de conductores de 35 mm^2.

Finalmente, se elaboró el presupuesto total de la instalación eléctrica, alcanzando un monto de **1.787.596.576** Gs.

RECOMENDACIONES

- Se debe agregar al proyecto civil una sala de máquinas eléctricas y columna montante para conductores eléctricos.
- Para la ejecución del proyecto, se recomienda realizar una actualización del estudio de resistividad del suelo. Esto garantizará la efectividad del sistema de puesta a tierra, considerando posibles variaciones que el suelo haya podido experimentar desde el último análisis.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. L. Agüero Meza and J. M. Benítez Amarilla, Proyecto Ejecutivo de Edificación para la Facultad Ciencias de la Producción sede Coronel Oviedo de la Universidad Nacional de Caaguazú en el año 2024, Coronel Oviedo, 2024.

[2] 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: FCyT, 2023.

[3] P. S. Guerrero Avalos and R. D. Barrios Fleitas, DESARROLLO DE UN PROYECTO EJECUTIVO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL FUTURO EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ CON LA UTILIZACIÓN PARCIAL DE FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVA, Coronel Oviedo: FCyT, 2024.

[4] S. E. Saade K., PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A., Caracas, 2017.

[5] Technical Committee CEN/TC 169, Norma de iluminación interior UNE 12464.1:2021, 2021.

[6] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), Norma Paraguaya NP 2 028 96/2013, Asunción, 2013.

[7] Administración Nacional de Electricidad (ANDE), Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, Asunción, 1971.

[8] Administración Nacional de Electricidad, Reglamento para las instalaciones eléctricas de media tensión, Asunción, 1975.

[9] MUNDO DE LA ELECTRICIDAD, Costo de Mano de Obra para Instalaciones Eléctricas en Baja tensión, 2022.

ANEXOS

Anexo 1

A.1. Memoria de cálculo de dimensionamiento de conductores y protecciones.

A.1.1. Dimensionamiento de alimentación del tablero principal (TP)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times 237.945\ W \times 10m.}{59 \times 380^2 \times 2\%} = 13{,}96\ mm^2$$

Donde:

K= Constante (100 para circuitos trifásicos)
P= Potencia
L= Longitud del conductor
ρ = Conductividad del conductor de Cobre = 59 MS/m
U= Tensión= 380 V

El cálculo de seccionamiento nos da un resultado un conductor de $13{,}96 mm^2$
Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 16 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 80A
Se corrobora la caída de tensión con la sección comercial disponible de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 237.945\ W \times 10m.}{59 \times (380V)^2 \times 16\ mm^2} = 1.74\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 16 mm^2:

$$e\%calculada < e\%máx$$
$$1.74\ \% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 237.945 W

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

$$I_c = \frac{237.945\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 451{,}9\ A$$

Utilizando un conductor de 16 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor XLPE es de 300 mm^2 que tiene un corriente admisible de 503 A (Tipo de montaje subterráneo).

Se adopta una protección termomagnética del tipo caja moldeada regulable de 630 A ajustada a un multiplicador de 0,8 y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$451{,}9\ A < 630\ A * 0.75 < 503\ A$$

$$451{,}9\ A < 472\ A < 503\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

Debido a que se optó por un trasformador de 500kVA se dimensiona el conductor en base a la corriente que puede entregar el transformador, la corriente nominal del transformador lado baja tensión es de 759.6A por tanto se opta por dos conductores de 300mm^2 en paralelo por fases, con esto se logra una corriente admisible de 1006 Amper.

A.1.1. Dimensionamiento de conductor y protecciones del generador

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times 84{,}945W \times 10m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\%} = 4{,}99\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 6 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 44A

Se corrobora la caída de tensión con la sección comercial disponible de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 84{,}945W \times 10m.}{59 \times (380V)^2 \times 6\ mm^2} = 1.6\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 6 mm^2:

$$e\%calculada < e\%máx$$

$$1.6\ \% < 2\%$$

Se realiza el cálculo según la sumatoria de las cargas esenciales para una $\boldsymbol{P_{Total}} =$ 84.945 kW.

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

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

$$I_c = \frac{84.945\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 161{,}32\ A$$

Utilizando un conductor de 6 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 120 mm^2 que tiene un corriente admisible de 230 A.

Se adopta una protección termomagnética del tipo caja moldeada regulable de 200 A ajustada a un multiplicador de 0,8 y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$161{,}33\ A < 200\ A * 0.8 < 230\ A$$

$$161{,}32\ A < 180\ A < 180\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.2. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS1)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times\ 6575\ \mathrm{W} \times 37\mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} =\ 1.42\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 2 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 10A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e}\%\mathrm{calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times\ 6575\ \mathrm{W} \times 37\mathrm{m}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\ mm^2} = 1.42\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 2 mm^2:

$$\mathrm{e}\%\mathrm{calculada} < \mathrm{e}\%\mathrm{máx}$$

$$1.42\ \% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 6.575 W

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

$$I_c = \frac{6.575\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 12{,}48\ A$$

Utilizando un conductor de 2 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, debido a restricciones del reglamento de baja tensión de la ande adoptamos un conductor de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 15 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$12{,}48\ A < 15\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.3. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.](TS1)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times\ 31500\ \mathrm{W} \times 37\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} =\ 6.8\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 10 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 50A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times\ 31500\mathrm{W} \times 37\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times\ 10\ mm^2} = 1.36\%$$

Se verifica la condición para un conductor de 10 mm^2:

$$\mathrm{e\%calculada} < \mathrm{e\%máx}$$

$$1.36\ \% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 31.500 W

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

$$I_c = \frac{31.500\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 59{,}83\ A$$

La sección adoptada para el conductor es de 25 mm^2 que tiene un corriente admisible de 78 A.

Se adopta una protección termomagnética de 63 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$59{,}83\ A < 63\ A < \ 78A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.4. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS2)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times \ 13777\ \mathrm{W} \times 6\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = 0.4\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 1 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 10A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times \ 13777\ \mathrm{W} \times 6\mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times \ 1\ mm^2} = 0.97\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 1 mm^2:

$$\mathrm{e\%calculada} < \mathrm{e\%máx}$$

$$0.97\% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 13.777 W

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

$$I_c = \frac{13.777\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 26{,}16\ A$$

Utilizando un conductor de 1 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 6 mm^2 que tiene un corriente admisible de 36 A.

Se adopta una protección termomagnética de 32 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$26{,}16\ A < 32\ A < 36\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.5. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS2)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times\ 26250\ \mathrm{W} \times 6\mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = 0.92\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 1 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 10A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times 26250\ \mathrm{W} \times 6\ \mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 1\ mm^2} = 1.84\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 1 mm^2:

$$\mathrm{e\%calculada} < \mathrm{e\%máx}$$

$$1.84\ \% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 26.250 W

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

$$I_c = \frac{26.250\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 49{,}85\ A$$

Utilizando un conductor de 1 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 16 mm^2 que tiene un corriente admisible de 59 A.

Se adopta una protección termomagnética de 50 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$49{,}85\ A < \ 50\ A < 59\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.7. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional (TS3) [Ascensor]

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 1%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times 7460\ \mathrm{W} \times 16\mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 1\%} = 1{,}4\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 2 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 16A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\text{e\%calculada} = \frac{\text{K} \times \text{P} \times \text{L}}{\rho \times \text{U}^2 \times \text{S}} = \frac{100 \times 7460\ \text{W} \times 16\text{m}}{59 \times (380\text{V})^2 \times\ 2mm^2} = 0.7\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 2 mm^2:

$$\text{e\%calculada} < \text{e\%máx}$$

$$0.7\% < 2\%$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 7.460 W

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

$$I_c = \frac{7.460\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 14{,}16\ A$$

Para la seguridad de la máquina debemos calcular la corriente pico para que podamos dar seguridad de que la sección y la protección escogida es la adecuada:

Para el conductor:

$$\text{I}_{\text{Pc}} = \text{I}_{\text{C}} \times 1{,}25 = 14{,}16\ \text{A} \times 1{,}25 = 17{,}7\ \text{A}$$

Para la protección:

$$\text{I}_{\text{Pp}} = \text{I}_{\text{C}} \times 1{,}15 = 14{,}16\ \text{A} \times 1{,}15 = 16{,}28\ \text{A}$$

A partir de estos datos hallados, lo utilizaremos para hallar la sección y la protección.

Utilizando un conductor de 2 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 25 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$14{,}16\ A < \ 25\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.6. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS4)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times\ 5235\ W \times 41\ m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\%} = 1.25\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 2 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 16A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times\ 5235\ W \times 41\ m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\ mm^2} = 1.25\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 2 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 5.235 W

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

$$I_c = \frac{5.235\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} =\ 9{,}94\ A$$

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A. Se adopta esta sección debido a las restricciones de sección mínima del reglamento de la ANDE

Se adopta una protección termomagnética de 10 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$9{,}94\ A <\ 10\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.8. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS4)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times 30000\ W \times 41\ m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\%} = 7.21\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 10 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 50A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 30000\ W \times 41\ m.}{59 \times (380V)^2 \times 10mm^2} = 1.44\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 10 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 30.000 W

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

$$I_c = \frac{30.000\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 56{,}98\ A$$

Utilizando un conductor de 10 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 25 mm^2 que tiene un corriente admisible de 78 A.

Se adopta una protección termomagnética de 63 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$56{,}98\ A < 63\ A < 78\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.9. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS5)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times\ 11855W \times 9m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\%} = 0.6\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 1 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 10A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times\ 11855W \times 9m}{59 \times (380V)^2 \times\ 1\ mm^2} = 1{,}25\%$$

Se verifica la condición para un conductor de 1 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 11.855 W

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

$$I_c = \frac{11.855\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 22{,}51\ A$$

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 25 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$22{,}51\ A < 25\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.10. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS5)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times \ 23250\ \mathrm{W} \times 9\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = \ 1.22\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 2 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 16A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times \ 11855\mathrm{W} \times 9\mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times \ 2mm^2} = 1.22\%$$

Se verifica la condición para un conductor de 2 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 23,250 W

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

$$I_c = \frac{23.250\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 44{,}16\ A$$

Utilizando un conductor de 2 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga y no cumple con las restricciones del reglamento de baja tensión de la ande.

Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 16 mm^2 que tiene un corriente admisible de 59 A.

Se adopta una protección termomagnética de 50 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$44{,}16\ A < 50\ A < 59\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.11. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [Luz y Toma](TS6)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times 10076\ \mathrm{W} \times 44\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = 2{,}06\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 4 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 25A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times\ 10076\ \mathrm{W} \times 44\mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times\ 4\ mm^2} = 1.3\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 4 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 10.076 W

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

$$I_c = \frac{10.076\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} =\ 19{,}13\ A$$

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 25 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$19{,}13\ A < \ 25\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.12. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional [A.A.] (TS6)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times 42000\ \mathrm{W} \times 44\mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = 10.8\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 16 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 59A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times \ 42000\ \mathrm{W} \times 44\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 16\ mm^2} = 1.35\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 16 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 42.000 W

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

$$I_c = \frac{42.000\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}8} = 79{,}77\ A$$

Utilizando un conductor de 16 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.
Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 35 mm^2 que tiene un corriente admisible de 96 A.
Se adopta una protección termomagnética de 80 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$
$$79{,}77\ A < 80\ A < 96\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.13. Dimensionamiento de alimentación del tablero seccional (TS7)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times\ 20142\ \mathrm{W} \times 6\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} =\ 0.7\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 1 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 10A
Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times 20142\ \mathrm{W} \times 6\ \mathrm{m.}}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 1\ mm^2} = 1.41\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 1mm^2:
Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.
$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 20.142 W

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

$$I_c = \frac{20.142\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 38{,}25\ A$$

Para la seguridad de la máquina debemos calcular la corriente pico para que podamos dar seguridad de que la sección y la protección escogida es la adecuada:

Para el conductor:

$$I_{Pc} = I_{C\ x}\ 1{,}25 = 38{,}25\ A\ _x 1{,}\ 25 = 47{,}81\ A$$

Para la protección:

$$I_{Pp} = I_{C\ x}\ 1{,}15 = 38{,}25\ A\ _x 1{,}15 = 43{,}98\ A$$

A partir de estos datos hallados, lo utilizaremos para hallar la sección y la protección.
Utilizando un conductor de 1 mm^2 se cumple la condición de que la caída de tensión sea menor al 2%, pero no cumple la condición de que la corriente admisible del conductor sea mayor que la corriente de carga.
Por lo tanto se adoptara un conductor de mayor sección

La sección adoptada para el conductor es de 16 mm^2 que tiene un corriente admisible de 59 A.
Se adopta una protección termomagnética de 50 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_{PC} < Ip < I_{adm}$$

$$47{,}81\ A < \ 50\ A < 59\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.14. Dimensionamiento de alimentación Ascensor [#1] (TS8)

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 1%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$S = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times e\%} = \frac{100 \times 7460\ W \times 54\ m.}{59 \times (380V)^2 \times 2\%} = 2.36\ mm^2$$

Ya que no existe en el mercado un conductor de ese calibre, adoptamos un conductor que más se aproxime a lo calculado. Adoptamos 4 mm^2 dicho conductor posee una corriente admisible de 25A

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$e\%calculada = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 7460\ W \times 54\ m.}{59 \times (380V)^2 \times\ 4\ mm^2} = 1.18\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 4 mm^2:

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 7.460 W

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

$$I_c = \frac{7.460\ W}{\sqrt{3} \times 380V \times 0{,}80} = 14{,}16\ A$$

Para la seguridad de la máquina debemos calcular la corriente pico para que podamos dar seguridad de que la sección y la protección escogida es la adecuada:

Para el conductor:

$$I_{Pc} = I_C \times 1{,}25 = 14{,}16\ A \times 1{,}25 = 17{,}7\ A$$

Para la protección:

$$I_{Pp} = I_C \times 1{,}15 = 14{,}16\ A \times 1{,}15 = 16{,}28\ A$$

A partir de estos datos hallados, lo utilizaremos para hallar la sección y la protección.

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 25 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_C < Ip < I_{adm}$$

$$14{,}16\ A <\ 25\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.15. Dimensionamiento de alimentación Bomba de agua [#2]

Se realiza el cálculo de sección de conductor teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permisible de 2%, la longitud, la conductividad del conductor de cobre y la potencia. Empleado la siguiente formula:

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{e}\%} = \frac{100 \times 2365\ \mathrm{W} \times 30\mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 2\%} = 0{,}42\ mm^2$$

Se corrobora la caída de tensión con la sección de conductor:

$$\mathrm{e\%calculada} = \frac{\mathrm{K} \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{\rho \times \mathrm{U}^2 \times \mathrm{S}} = \frac{100 \times 2365\ \mathrm{W} \times 30\mathrm{m}.}{59 \times (380\mathrm{V})^2 \times 0.42\ mm^2} = 1.98\ \%$$

Se verifica la condición para un conductor de 0.42 mm^2:
Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.
$\boldsymbol{P_{Total}} =$ 2.365 W

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

$$I_c = \frac{2.365\ W}{\sqrt{3} \times 380 \times 0{,}80} = 4{,}49\ A$$

Para la seguridad de la máquina debemos calcular la corriente pico para que podamos dar seguridad de que la sección y la protección escogida es la adecuada:

Para el conductor:

$$\mathrm{I_{Pc}} = \mathrm{I_C} \times 1{,}25 = 4{,}49\ \mathrm{A} \times 1{,}25 = 5{,}61\ \mathrm{A}$$

Para la protección:

$$\mathrm{I_{Pp}} = \mathrm{I_C} \times 1{,}15 = 4{,}49\ \mathrm{A} \times 1{,}15 = 5{,}16\ \mathrm{A}$$

A partir de estos datos hallados, lo utilizaremos para hallar la sección y la protección.

La sección adoptada para el conductor es de 4 mm^2 que tiene un corriente admisible de 25 A.

Se adopta una protección termomagnética de 10 A y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_{PC} < Ip < I_{adm}$$

$$5{,}61\ A < \ 10\ A < 25\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

A.1.16. Dimensionamiento de banco de capacitores

En la Tabla 10 se realiza un resumen de las cargas inductivas de unidades de aire acondicionado.

Tabla 10. Cargas de aire acondicionado.

Descripción	Cant.	Pot. Unit.	Subtotal (W)
AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 12.000 Btu	6	1.500	9.000
AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 18.000 Btu	6	2.250	13.500
AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 24.000 Btu	2	3.000	6.000
AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 30.000 Btu	2	3.750	7.500
AIRE ACONDICIONADO PISO TECHO DE 60.000 Btu	10	7.500	75.000
AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 24,000 Btu	4	3.000	12.000
AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 60,000 Btu	4	7.500	30.000
		Total (W)	153.000

En la Tabla 11 se determina el factor de potencia de la instalación.

Tabla 11. Factor de potencia de la instalación.

Denominación	Potencia (W)	Factor de potencia	Potencia Aparente (kVA)
Carga de aire acondicionado	153.000	0,8	191.250
Otras Cargas (Iluminación y tomas)	62.438	0,8	78.048
Bombas	22.507	0,8	28.134
General	237.945	**0,8**	297.431

Dado que el factor de potencia general de la instalación es de 0,80 y considerando las condiciones establecidas por el Pliego 21 de la ANDE, se realizará un cálculo para mejorar dicho factor de potencia a 0,96. Para lograr esto, se instalará un banco de capacitores automático.

Tabla 12. Factor Multiplicador.

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

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

$$Q_T = P_A * f$$

Donde la potencia de la instalación es de P_A= 237,945 kW y el factor multiplicador 0,324.

Aplicando la fórmula, se procede de la siguiente manera:

$$Q_T = 237{,}945\ kW * 0{,}458 = 109\ kVAr \cong 110 kVAr$$

Se opta por un controlador electrónico de compensación reactiva con una etapa fija de 30kVAr (10% de la capacidad en kVA del transformador) y 8 etapas automáticas como se muestra en la siguiente tabla.

Etapas	**kVAR**
Etapa fija	30
1ra etapa	2,5
2da etapa	2,5
3ra etapa	5
4ta etapa	5
5ta etapa	10
6ta etapa	15
7ma etapa	15
8va etapa	25
Total en kVAr	**110**

A.1.16.1. Protecciones eléctricas y conductores del banco de capacitores

$Q_T = 110\ kVAr$

f.p.=0,8 capacitivo.

$$S_T = \frac{110\ kVAr}{sen\ (36{,}86º)} = 148\ kVA$$

Procedemos a determinar la corriente de dicha potencia.

$$I_c = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} =$$

$$I_c = \frac{148000\ VA}{\sqrt{3} \times 380V} = 225\ A$$

Para la seguridad del banco debemos calcular la corriente pico para que podamos dar seguridad de que la sección y la protección escogida es la adecuada:

Para el conductor:

$$I_{Pc} = I_C \times 1{,}25 = 225\ A \times 1{,}25 = 281\ A$$

Para la protección:

$$I_{Pp} = I_C \times 1{,}15 = 225\ A \times 1{,}15 = 259\ A$$

La sección adoptada para el conductor es de 185 mm^2 que tiene un corriente admisible de 273 A.

Se adopta una protección termomagnética de 350 A regulable ajustada a un factor multiplicador de 0,75 y se comprueba seguidamente la coordinación de protecciones.

$$I_{PC} < Ip < I_{adm}$$

$$253{,}27\ A < \ 350\ A * 0{,}75\ A < 273\ A$$

$$253{,}27\ A < \ 262{,}5\ 35A < 273\ A$$

Así se verifica que son correctos los cálculos que se realiza para el dimensionamiento de los conductores y protección.

Anexo 2

A.2. Potencia instalada por tableros

Tabla 13. Potencia total instalada en el tablero seccional 1 (TS1).

CIRCUITO POR CADA ÁREA		**POTENCIA TOTAL POR C. [W]**
#1	AULA DE CLASES (1)	1.101
#2	AULA DE CLASES (1)	7.500
#3	AULA DE CLASES (2)	1.101
#4	AULA DE CLASES (2)	7.500
#5	AULA DE CLASES (3)	901
#6	AULA DE CLASES (3)	7.500
#7	AULA DE CLASES (4)	949
#8	AULA DE CLASES (4)	7.500
#9	RECEPCIÓN	467
#10	PERCEPTORA	595
#11	PERCEPTORA	1.500
#12	ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y BAÑOS	1.461
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EL TABLERO SECCIONAL 1 (TS1)		**38.075 W**

Tabla 14.Potencia total instalada en el tablero seccional 2 (TS2).

CIRCUITO POR CADA ÁREA		**POTENCIA TOTAL POR C. [W]**
#1	DIRECCIÓN ACADÉMICA	1.105
#2	DIRECCIÓN ACADÉMICA	2.250
#3	DIRECCIÓN ACADÉMICA	2.250
#4	OFICINAS	1.295
#5	OFICINAS	3.750
#6	DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN	667

#7	DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN	2.250
#8	OFICINA DE SECRETARIA	767
#9	OFICINA DE SECRETARIA	2.250
#10	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN (1)	844
#11	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN (1)	2.250
#12	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN (2)	1.697
#13	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN (2)	7.500
#14	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA	1.547
#15	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA	3.750
#16	SECRETARIA GENERAL	1.250
#17	SECRETARIA GENERAL	3.750
#18	ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y BAÑOS	855
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EL TABLERO SECCIONAL 2 (TS2)		**40.027 W**

Tabla 15. Potencia total instalada en el tablero seccional 4 (TS4).

CIRCUITO POR CADA ÁREA		**POTENCIA TOTAL POR C. [W]**
#1	AULA DE CLASES (1)	1.101
#2	AULA DE CLASES (1)	7.500
#3	AULA DE CLASES (2)	1.101
#4	AULA DE CLASES (2)	7.500
#5	AULA DE CLASES (3)	901
#6	AULA DE CLASES (3)	7.500
#7	AULA DE CLASES (4)	949
#8	AULA DE CLASES (4)	7.500
#9	ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y BAÑOS	1.183
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EL TABLERO SECCIONAL 4 (TS4)		**35.235 W**

Tabla 16. Potencia total instalada en el tablero seccional 5 (TS5).

CIRCUITO POR CADA ÁREA		**POTENCIA TOTAL POR CIRCUITO. [W]**
#1	DIRECCIÓN DE POSGRADO	1.080
#2	DIRECCIÓN DE POSGRADO	1.500
#3	DIRECCIÓN DE TALENTO HUMANO	1.522
#4	DIRECCIÓN DE TALENTO HUMANO	2.250
#5	ASESORÍA JURÍDICA	640

#6	ASESORÍA JURÍDICA	1.500
#7	OFICINA AUXILIAR	640
#8	OFICINA AUXILIAR	1.500
#9	DIRECCIÓN DE FILIALES	1.080
#10	DIRECCIÓN DE FILIALES	1.500
#11	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN	1.280
#12	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN	1.500
#13	DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN	1.997
#14	DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN	7.500
#15	DECANATO	1.489
#16	DECANATO	3.000
#17	VICE DECANATO	973
#18	VICE DECANATO	3.000
#19	ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y BAÑOS	1.154
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EL TABLERO SECCIONAL 5 (TS5)		35.105 W

Tabla 17. Potencia total instalada en el tablero seccional 6 (TS6).

CIRCUITO POR CADA ÁREA		POTENCIA TOTAL POR C. [W]
#1	AULA DE CLASES (1)	1.149
#2	AULA DE CLASES (1)	7.500
#3	AULA DE CLASES (2)	1.149
#4	AULA DE CLASES (2)	7.500
#5	AULA DE CLASES (3)	949
#6	AULA DE CLASES (3)	7.500
#7	AULA DE CLASES (4)	949
#8	AULA DE CLASES (4)	7.500
#9	AULA DE CLASES (5)	899
#10	AULA DE CLASES (5)	3.000
#11	AULA DE CLASES (6)	999
#12	AULA DE CLASES (6)	3.000
#13	AULA DE CLASES (7)	999
#14	AULA DE CLASES (7)	3.000
#15	AULA DE CLASES (8)	999
#16	AULA DE CLASES (8)	3.000
#17	ÁREA DE CIRCULACIÓN Y BAÑOS	1.984
POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EL TABLERO SECCIONAL 6 (TS6)		**52.076 W**

Anexo 3

A.3. Simulación en software Dialux

A.3.1. Vista aérea 3d de Planta Baja

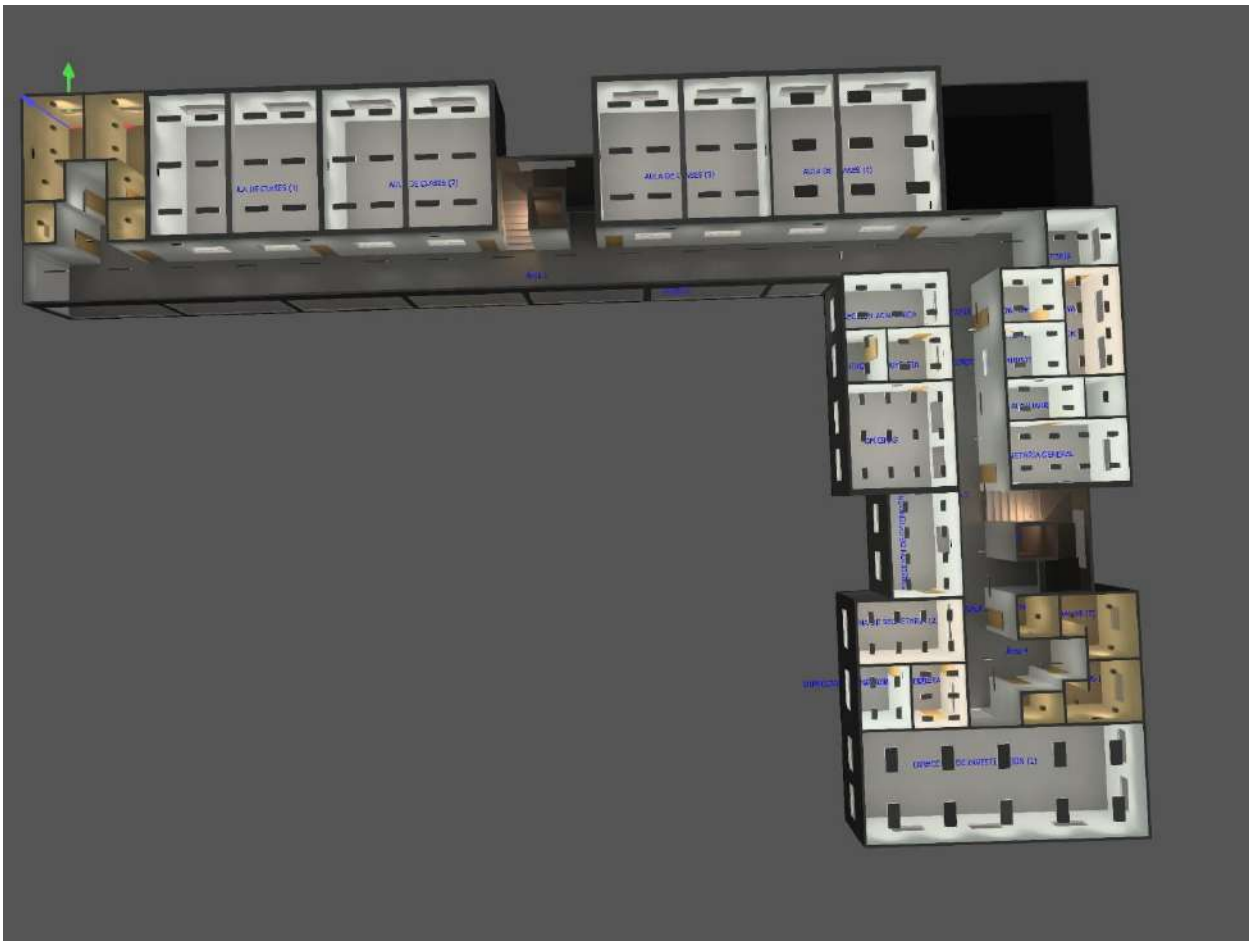


Figura 12. Vista aérea 3d de Planta Baja

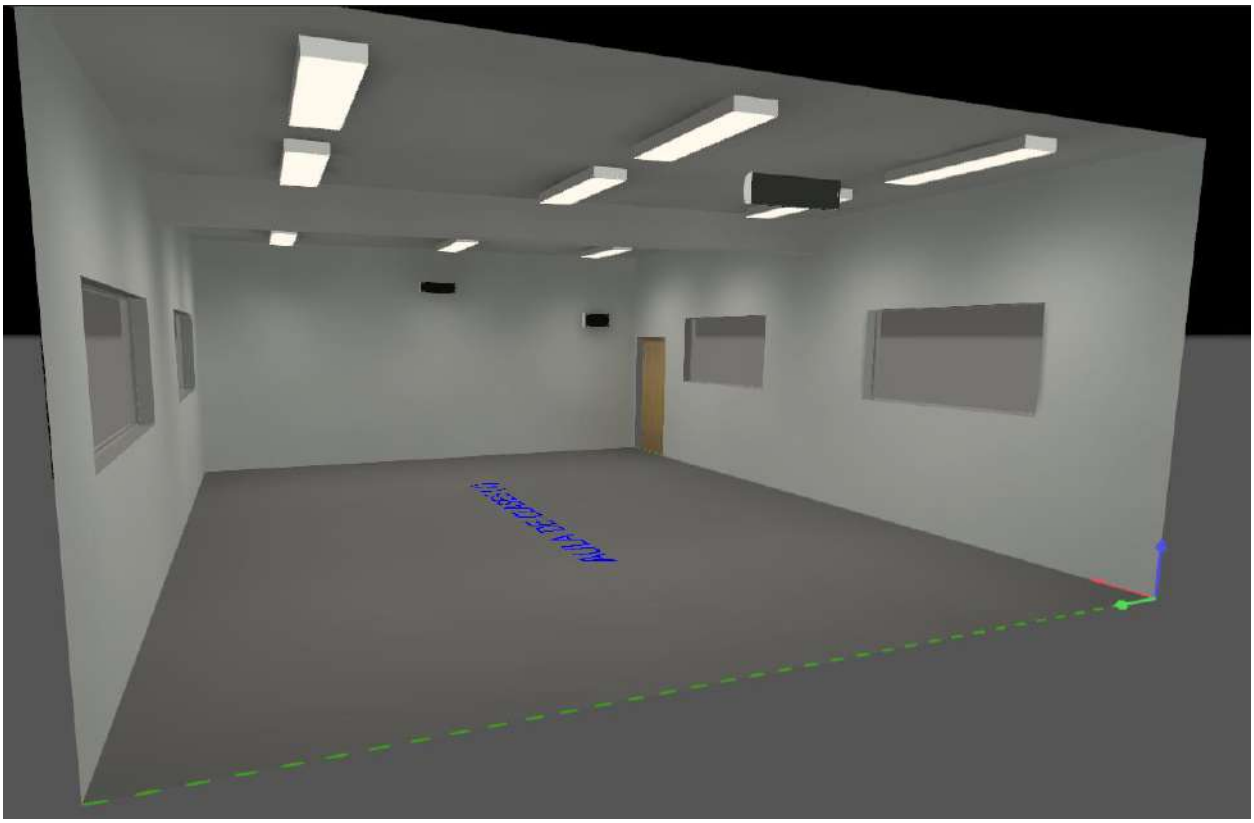


Figura 13. Vista 3D de un aula.

Figura 14.Vista 3D de "Archivo"

Figura 15. Vista 3D de "Dirección Academica".

Figura 16.Vista 3D de pasillos.

A.3.2. Vista aérea 3d de Primer Piso

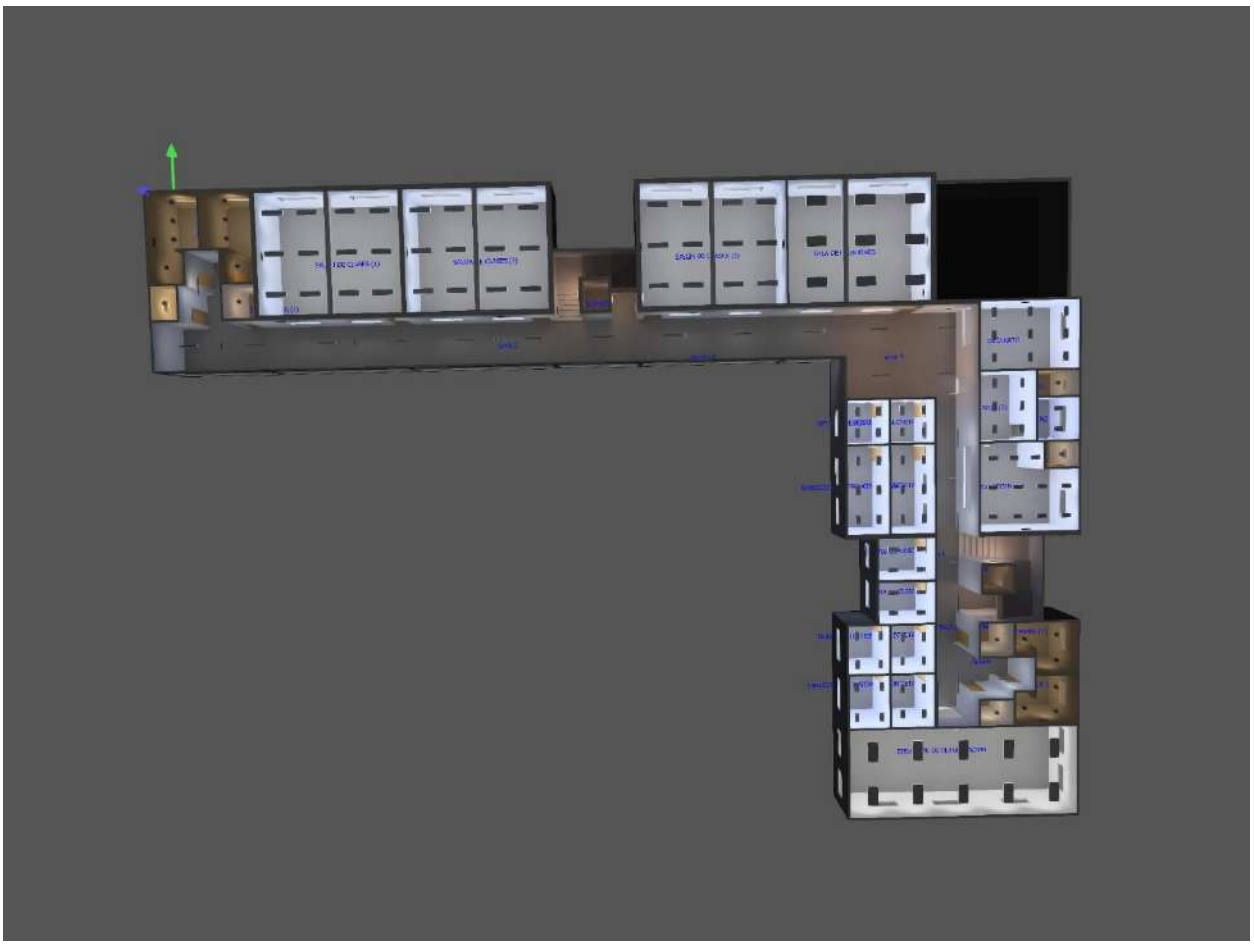


Figura 17.Vista aérea 3d de Primer Piso.

A.3.3. Vista aérea 3d de Segundo Piso

Figura 18. Vista aérea 3d de Segundo Piso.

A.3.4. Vista 3d Recepción

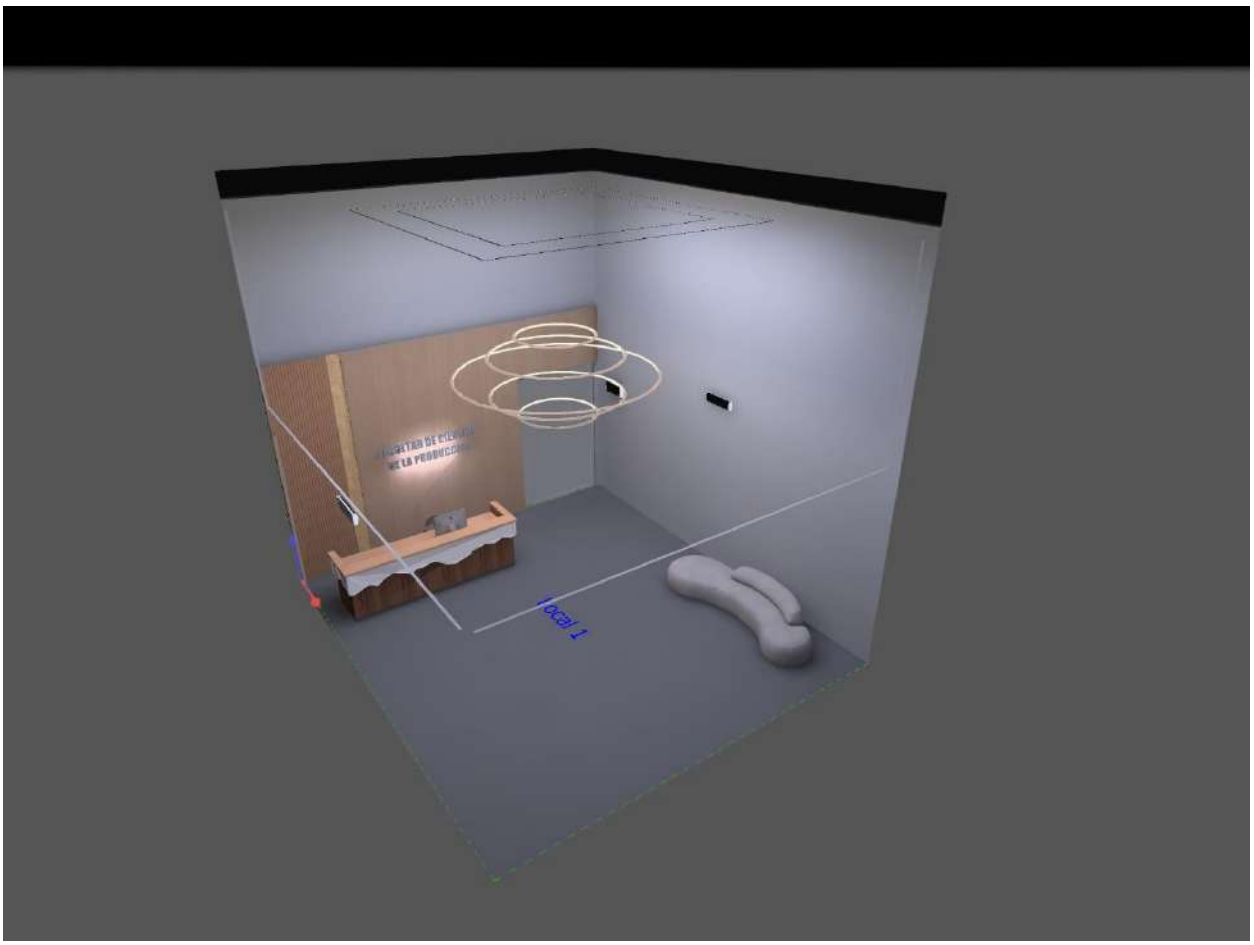


Figura 19. Vista 3d Recepción.

Anexo 4

A.4. Presupuesto

A.4.1. Presupuesto de luminarias

Tabla 18. Presupuesto de luminarias.

Item nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	LUMINARIA ADOS AL TECHO DE 3X18W PARABOLICO	28	u/d	362.325,47 ₲	₲ 10.145.113
2	LUMINARIA ADOS AL TECHO DE 2X18W PARABOLICO	72	u/d	292.647,49 ₲	₲ 21.070.619
3	LUMINARIA EMBUT AL TECHO DE 3X18W PARABOLICO	60	u/d	237.875,00 ₲	₲ 14.272.500
4	LUMINARIA ADOS AL TECHO DE 2X18W REJILLA	32	u/d	83.397,91 ₲	₲ 2.668.733
5	LUMINARIA EMBUT AL TECHO DE 2X18W REJILLA	27	u/d	83.397,91 ₲	₲ 2.251.744
6	SEÑALIZADOR DE SALIDA VERDE CON LEDS FIGURA PUERTA	58	u/d	32.666,00 ₲	₲ 1.894.628
7	SEÑALIZADOR DE SALIDA VERDE CON LEDS FIGURA SALIDA	26	u/d	30.333,00 ₲	₲ 788.658
8	SEÑALIZADOR DE SALIDA VERDE CON LEDS FIGURA ESCALERA	10	u/d	46.668,00 ₲	₲ 466.680
9	LUMINARIA DE EMERGENCIA DE 6W ADOSADO A LA PARED	91	u/d	78.000,00 ₲	₲ 7.098.000
10	LUMINARIA DE EMERGENCIA DE 3W ADOSADO A LA PARED	40	u/d	55.000,00 ₲	₲ 2.200.000
11	PANEL LED ADOSADO AL TECHO DE DE 600X 300 mm DE 32W	154	u/d	299.500,00 ₲	₲ 46.123.000
12	LUMINARIA GENERICA DE 24W ADOSADO A LA PARED	10	u/d	250.000,00 ₲	₲ 2.500.000
13	LUMINARIA GENERICO SUSPENDIDA AL TECHO DE 50W	1	u/d	450.000,00 ₲	₲ 450.000
14	TIRA LED ROLLO DE 5 METROS 12V	5	u/d	20.000,00 ₲	₲ 100.000
15	FUENTE DE CC 220V A 12V 15A	1	u/d	120.184,00 ₲	₲ 120.184
16	TUBO LED DE 16W LUZ FRIA	526	u/d	21.052,00 ₲	₲ 11.073.352
17	PLAFON LED DE 10W	36	u/d	310.798,53 ₲	₲ 11.188.747
18	SPOT LED AEMBUTIDO AL TECHO DE 7W	23	u/d	23.500,00 ₲	₲ 540.500
TOTAL					₲ 134.952.458

A.4.2. Presupuesto de placas y módulos

Tabla 19. Presupuesto de placas y módulos.

Ítem Nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	PLACA DE 3 MODULOS ZEN BASICA BLANCA "KALOP"	241	u/d	3.720, ₲	₲ 896.520
2	BASTIDOR DE 3 MODULOS UNIVERSAL "KALOP	241	u/d	3.041 ₲	₲ 732.881
3	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE BLANCO-LM "KALOP"	114	u/d	5.160 ₲	₲ 588.240
4	MODULO TOMA AMERICANA COMBINADA C/TIERRA BLANCO "KALOP"	255	u/d	5.680 ₲	₲ 1.448.400
5	MODULO CIEGO BLANCO "KALOP"	396	u/d	1.000 ₲	₲ 396.000
6	TOMA CORRIENTE EUROAMERICANA "CAMBRE	18	u/d	15.795 ₲	₲ 284.310
7	PERISCOPIO TRIANGULAR DE 8 MODULOS "CAMBRE	18	u/d	43.179 ₲	₲ 777.222
TOTAL					₲ 5.123.573

A.4.3. Presupuesto protecciones eléctricas

Tabla 20. Presupuesto protecciones eléctricas.

Item nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	INTERRUPTOR AUTOMATICO EN CAJA MOLDEADA REGULABLE 3P 630A 36kA 380 Vac "SCHNEIDER"	2	u/d	4.232.000,00 ₲	₲ 8.464.000
2	INTERRUPTOR AUTOMATICO EN CAJA MOLDEADA REGULABLE 3P 350A 22kA 380 Vac "SCHNEIDER"	1	u/d	4.000.000,00 ₲	₲ 4.000.000
3	INTERRUPTOR AUTOMATICO EN CAJA MOLDEADA REGULABLE 3P 160A 25kA 380 Vac "SCHNEIDER"	1	u/d	1.636.500,00 ₲	₲ 1.636.500
4	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 80A "SCHNEIDER"	2	u/d	1.170.000,00 ₲	₲ 2.340.000
5	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 63A "SCHNEIDER"	4	u/d	161.000,00 ₲	₲ 644.000
5	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 25A "SCHNEIDER"	6	u/d	131.000,00 ₲	₲ 786.000
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 16A "SCHNEIDER"	16	u/d	131.000,00 ₲	₲ 2.096.000
7	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 15A "SCHNEIDER"	2	u/d	131.001,00 ₲	₲ 262.002
8	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P 10A	1	u/d	110.000,00 ₲	₲ 110.000
9	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 1P 20A "SCHNEIDER"	9	u/d	37.500,00 ₲	₲ 337.500
10	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 1P 16A "SCHNEIDER"	4	u/d	37.500,00 ₲	₲ 150.000
11	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 1P 10A "SCHNEIDER"	47	u/d	37.500,00 ₲	₲ 1.762.500
12	DISYUNTOR DIFERENCIAL 2P 25A 30mA "SCHNEIDER"	15	u/d	342.000,00 ₲	₲ 5.130.000
13	DPS IPRD65R CLASE 2 3P+N "SCHNEIDER"	1	u/d	13.198.584,00 ₲	₲ 13.198.584
TOTAL					₲ 40.917.086

A.4.4. Presupuesto de ductos, cajas y tableros

Tabla 21. Presupuesto de ductos, cajas y tableros

Ítem Nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	CAJA DE CONEXIÓN PLASTICA OCTOGONAL 10x10 "KALOP"	45	u/d	5.130 ₲	₲ 230.850
2	CAJA DE CONEXIÓN PLASTICA OCTOGONAL 3X3 "TIGRE"	685	u/d	2.185 ₲	₲ 1.496.725
3	CAJA DE LLAVES PLASTICA 10X10 "TIGRE"	63	u/d	5.035 ₲	₲ 317.205
4	CAJA DE LLAVES PLASTICA RECTANGULAR 4X2 "TIGRE"	315	u/d	1.425 ₲	₲ 448.875
5	CAÑO ELECTRODUCTO 1.1/2" "TITAN"	150	metros	4.411 ₲	₲ 661.650
6	CAÑO ELECTRODUCTO 1" "TITAN"	55	metros	2.385 ₲	₲ 131.175
7	CAÑO ELECTRODUCTO 3/4" "TITAN"	1300	metros	1.620 ₲	₲ 2.106.000
8	CAÑO CORRUGADO ANTILLAMA DE 3/4" "TITAN ROLLO DE 50 MTS	30	u/d	72.499 ₲	₲ 2.174.970
9	CAÑO ELECTRODUCTO CONDUIT DE 1" TIRA 3MTS "TIGRE"	7	u/d	14.250 ₲	₲ 99.750
10	CAÑO ELECTRODUCTO CONDUIT DE 3/4" TIRA 3MTS "TIGRE"	200	u/d	9.500 ₲	₲ 1.900.000
11	CURVA CONDUIT 90º DE 3/4" "TIGRE"	55	u/d	2.500 ₲	₲ 137.500
12	TABLERO DE EMBUTIR METALICO DIN 36TM CON BARRA RSTN+T "COMINSA"	5	u/d	643.150 ₲	₲ 3.215.750
13	CAJA EXTERNA METAL 1000X600X250 mm IP66 CH18	1	u/d	2.000.100 ₲	₲ 2.000.100
TOTAL					₲ 14.920.550

A.4.5. Presupuesto de conductores

Tabla 22. Presupuesto de conductores.

Item nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	CABLE MULTIFILAR 1mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	34	rollo	144.980,00 ₲	₲ 4.929.320
2	CABLE MULTIFILAR 2mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	27	rollo	275.000,00 ₲	₲ 7.425.000
3	CABLE MULTIFILAR 2,50mm2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	13	rollo	350.020,00 ₲	₲ 4.550.260
4	CABLE MULTIFILAR 2,50mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL" TIERRA	30	rollo	350.020,00 ₲	₲ 10.500.600
5	CABLE MULTIFILAR 4mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	41	rollo	535.040,00 ₲	₲ 21.936.640
6	CABLE MULTIFILAR 6mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	2	rollo	790.020,00 ₲	₲ 1.580.040
7	CABLE MULTIFILAR 16mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL" TIERRA	1	rollo	2.705.010,00 ₲	₲ 2.705.010
8	CABLE MULTIFILAR 25mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	4	rollo	3.890.040,00 ₲	₲ 15.560.160
9	CABLE MULTIFILAR 35mm^2 PAQUETE DE 100 METROS "CONDEL"	1	rollo	5.275.050,00 ₲	₲ 5.275.050
10	CABLE MULTIFILAR 70mm^2 XLPE	40	metros	121.710,00 ₲	₲ 4.868.400
11	CABLE MULTIFILAR 185mm^2 XLPE	40	metros	237.000,00 ₲	₲ 9.480.000
12	CABLE MULTIFILAR 300mm^2 XLPE	80	metros	776.734,40 ₲	₲ 62.138.720
TOTAL					₲ 182.018.576

A.4.6. Presupuesto de A.A.

Tabla 23. Presupuesto de A.A.

Ítem Nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 12.000 Btu "CARRIER"	6	u/d	2.532.000 ₲	₲ 15.192.000
2	AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 18.000 Btu "CARRIER"	6	u/d	4.269.000 ₲	₲ 25.614.000
3	AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 24.000 Btu "CARRIER"	2	u/d	5.625.000 ₲	₲ 11.250.000
4	AIRE ACONDICIONADO SPLIT DE 30.000 Btu "GOODWEATHER"	2	u/d	6.585.000 ₲	₲ 13.170.000
5	AIRE ACONDICIONADO PISO TECHO DE 60.000 Btu "CARRIER"	10	u/d	14.162.000 ₲	₲ 141.620.000
6	AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 24,000 Btu "GOODWEATHER"	4	u/d	8.637.000 ₲	₲ 34.548.000
7	AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 60,000 Btu "GOODWEATHER"	4	u/d	14.387.000 ₲	₲ 57.548.000
TOTAL					₲ 298.942.000

A.4.7. Presupuesto de Mano de obra de instalaciones eléctricas

Tabla 24. Presupuesto de mano de obra de las instalaciones eléctricas.

ESPECIFICACIÓNES		CANT	UNIDAD	PUNIT	SUB-TOTAL
INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTOS	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 3/4"	3400	p/mts	₲ 12.000	₲ 40.800.000
	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 1"	76	p/mts	₲ 12.000	₲ 912.000
LAMPARAS Y TOMA CORRIENTES	ILUMINACIÓN CON INTERRUPTOR NO MAYOY A 5 mts.	187	p/u	₲ 78.000	₲ 14.586.000
	TOMA CORRIENTE NO MAYOR A 5 mts.	265	p/u	₲ 78.000	₲ 20.670.000
TABLERO SECCIÓNAL CON SUS ACCESORIOS	COLOCACIÓN DE CAJA EMBUTIDA 74x44 cm	5	p/u	₲ 390.000	₲ 1.950.000
	COLOCACIÓN DE CAJA EMBUTIDA 30x50 cm	2	p/u	₲ 234.000	₲ 468.000
	DISYUNTOR TM DE CORTE PRINCIPAL O SECCIÓNAL TRIFASICA	14	p/u	₲ 468.000	₲ 6.552.000
	DISYUNTOR TM LIMITADOR DE CIRCUITO UNIPOLAR	60	p/u	₲ 156.000	₲ 9.360.000
	DISYUNTOR TM LIMITADOR DE CIRCUITO TRIPOLAR	35	p/u	₲ 468.000	₲ 16.380.000
	INSTALACIÓN DE DISYUNTOR DIFERENCIAL HASTA 40A	15	p/u	₲ 468.000	₲ 7.020.000
	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO DE SOBRE TENSIÓN EN TABLERO TRIFASICO	1	p/u	₲ 390.000	₲ 390.000
CIRCUITOS INDEPENDIENTES	BOCAS DE A.A. CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES MONOFASICOS	20	p/u	₲ 312.000	₲ 6.240.000
	BOCAS DE A.A. CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES TRIFASICOS	14	p/u	₲ 624.000	₲ 8.736.000

MONTAJE DE ARTEFACTOS Y EQUIPOS	SPOT DE EMBUTIR	23	p/u	₲ 78.000	₲ 1.794.000
	SPOT DE ADOSAR	36	p/u	₲ 78.000	₲ 2.808.000
	PANELES LED DE ADOSAR	154	p/u	₲ 78.000	₲ 12.012.000
	EQUIPOS TUBOLED DE ADOSAR	104	p/u	₲ 78.000	₲ 8.112.000
	EQUIPOS TUBOLED DE EMBUTIR	115	p/u	₲ 78.000	₲ 8.970.000
	APLIQUES COMUNES	11	p/u	₲ 78.000	₲ 858.000
	INSTALACIÓN DE TIRA LED	25	p/m	₲ 12.000	₲ 300.000
	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA	225	p/u	₲ 78.000	₲ 17.550.000
LÍNEA AÉREA Y SUBTERRANEA DE CONDUCTORES	LÍNEA SUBTERRANEA DE 0,7 mts DE PROFUNDIDAD CON PROTECCIÓN MECANICA, ELECTRODUCTOS CON CABLEADO DE 4 A 10 mm2 TRIFASICO	43	p/mts	₲ 26.000	₲ 1.118.000
	LÍNEA SUBTERRANEA DE 0,7 mts DE PROFUNDIDAD CON PROTECCIÓN MECANICA, ELECTRODUCTOS CON CABLEADO DE 16 A 25 mm2 TRIFASICO	110	p/mts	₲ 39.000	₲ 4.290.000
	LÍNEA SUBTERRANEA DE 0,7 mts DE PROFUNDIDAD CON PROTECCIÓN MECANICA, ELECTRODUCTOS CON CABLEADO DE 16 A 35 mm2 TRIFASICO	9	p/mts	₲ 52.000	₲ 468.000
	LÍNEA EMBUTIDA CON CABLEADO EN PAREDES DE 16 A 25 mm2	10	p/mts	₲ 39.000	₲ 390.000
	LÍNEA EMBUTIDA CON CABLEADO EN PAREDES DE 35 mm2	8	p/mts	₲ 52.000	₲ 416.000

	CONFECCIÓN DE REGISTRO DE MAMPOSTERIA DE 0,40 x 0,40 x 0,70 mts	5	p/u	₲ 234.000	₲ 1.170.000
REFRIGERACIÓN	INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIÓNADO TIPO SPLIT DE 12.000 A 30.000 Btu. CON UNIDAD EXTERNA NO MAYOR A 2 mts DE ALTURA	9	p/u	₲ 390.000	₲ 3.510.000
	INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIÓNADO TIPO SPLIT DE 12.000 A 30.000 Btu. CON UNIDAD EXTERNA MAYOR A 2 mts DE ALTURA	8	p/u	₲ 780.000	₲ 6.240.000
	INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIÓNADO TIPO SPLIT DE TIPO CASSETTE y/o PISO TECHO CON UNIDAD EXTERNA NO MAYOR A 2 mts DE ALTURA	5	p/u	₲ 936.000	₲ 4.680.000
	INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIÓNADO TIPO SPLIT DE TIPO CASSETTE y/o PISO TECHO CON UNIDAD EXTERNA MAYOR A 2 mts DE ALTURA	13	p/u	₲ 1.560.000	₲ 20.280.000
	INSTALACIÓN DE CAÑERIA DE AIRE ACONDICIÓNADO POR METRO	21	p/mts	₲ 78.000	₲ 1.638.000
TABLERO PRINCIPAL CON SUS ACCESORIOS	COLOCACIÓN DE DISYUNTOR TERMOMAGNETICO DE CAJA MOLDEADA POR UNIDAD	1	p/u	₲ 1.872.000	₲ 1.872.000
	COLOCACIÓN DE DISYUNTOR TERMOMAGNETICO DE CORTE PRINCIPAL POR UNIDAD	12	p/u	₲ 468.000	₲ 5.616.000
	CONFECCIÓN DEL TABLERO CON BARRAS DE COBRE	1	p/u	₲ 1.872.000	₲ 1.872.000
	INSTALACIÓN DE GABINETE ADOSADO A LA PARED DE 100x600 cm	1	p/u	₲ 780.000	₲ 780.000
SISTEMA PUESTA A TIERRA	INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE TIERRA CON SOLDADURA EXOTERMICA	1	p/u	₲ 12.232.000	₲ 12.232.000

INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR	**Provisión y montaje de un puesto de distribución mediante un transformador tipo pedestal de 500 KVA, con ampliación de la LMT de 23KV subterránea**	**1**	**p/u**	**₲ 296.728.000**	**₲ 296.728.000**
INSTALACIÓN DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	**EXTENSIÓN DE CONDUCTOR XLPE DE 300 mm^2**	**10**	**p/mts**	**₲ 7.800.000**	**₲ 78.000.000**
INSTALACIÓN DE GENERADOR	**Provisión y montaje de Generador**	**1**	**p/u**	**₲ 151.800.000**	**₲ 151.800.000**
TOTAL					**₲ 779.568.000**

A.4.8. Presupuesto de elementos varios

Tabla 25. Presupuesto de elementos varios.

Ítem Nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	TERMINAL PRE AISLADO TUBULAR DE 2,50 mm^2 "ARGO"	5	paquetes	9.070 ₲	₲ 45.350
2	TERMINAL PRE AISLADO TUBULAR DE 4 mm^2 "ARGO"	5	paquetes	12.800 ₲	₲ 64.000
3	TERMINAL PRE AISLADO TUBULAR DE 6 mm^2 "ARGO"	2	paquetes	98.400 ₲	₲ 196.800
4	TERMINAL PRE AISLADO TUBULAR DE 25 mm^2 "ARGO"	1	paquetes	253.600 ₲	₲ 253.600
5	TERMINAL PRE AISLADO TUBULAR DE 35 mm^2 "ARGO"	1	paquetes	282.500 ₲	₲ 282.500
6	TERMINAL PRE AISLADA OJAL 2,50 mm^2 "ARGO"	5	paquetes	60.600 ₲	₲ 303.000
7	TERMINAL COMPRESION COBRE DE 16 mm^2 "SASSIN"	30	u/d	1.827 ₲	₲ 54.810
8	BARRA DE COBRE DE 30X5 mm x metro	3	u/d	209.200 ₲	₲ 627.600
9	AILADOR PARA BARRA DE 400 A "ARGO"	14	u/d	6.538 ₲	₲ 91.532
10	TORNILLOS Y TARUGOS VARIOS	1	u/d	300.000 ₲	₲ 300.000
11	CINTA AISLADORA DE 20mts "TRAMONTINA"	30	u/d	9.164 ₲	₲ 274.920
12	CINTA AUTOVULCANIZANTE DE 9,15mts "3M"	2	u/d	49.440 ₲	₲ 98.880
13	CINTA DE ADVERTENCIA DE 100 mts "WADFOW"	2	u/d	35.200 ₲	₲ 70.400
14	BANDEJA PORTACABLES RANURADA 150X50 mm "COMINSA"	24	u/d	98.670 ₲	₲ 2.368.080
15	CURVA HORIZONTAL 90º RANURADA 150X50 mm "COMINSA"	1	u/d	36.190 ₲	₲ 36.190
16	KIT UNION PORTACABLE PARA 50mm "COMINSA"	25	u/d	18.150 ₲	₲ 453.750
17	SOPORTE MENSULA PARA 150 mm "COMINSA"	48	u/d	38.940 ₲	₲ 1.869.120
18	INTERRUPTOR HORARIO DIGITAL 16A "FLIGHT	5	u/d	164.850 ₲	₲ 824.250
19	TERMINAL COMPRESION COBRE 300mm^2 "SASSIN"	8	u/d	81.743 ₲	₲ 653.944
TOTAL					₲ 8.868.726

A.4.9. Presupuesto de CCTV

Tabla 26. Materiales para señales débiles (CCTV).

Ítem Nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	CAMARA DOMO DS-2CE56DOT-IRPF/1080P 3.6MM HIK HD	28	u/d	191.933,00 ₲	₲ 5.374.124
2	CAM. MINIBUL 1080P DS-2CE16DOT-EXIPF 2.8MM HIK	2	u/d	175.448,00 ₲	₲ 350.896
3	DVR HikVision CCTV Turbo HD iDS-7232HQHI-M2/S con 32 Canales Hasta 1080p	1	u/d	2.207.820,00 ₲	₲ 2.207.820
4	TV LED Samsung 43" UN43T5202AGXZS	1	u/d	2.282.763,00 ₲	₲ 2.282.763
5	Cable UTP Cat. 6, 23AWG, Azul VCP TECHNOLOGY	1000	mts	5.000,00 ₲	₲ 5.000.000
6	VIDEO BALUM TURBO HD VISUALARM	30	u/d	21.195,00 ₲	₲ 635.850
7	CONECTOR AC/DC MACHO- FLIGHT - DCG01	30	u/d	4.710,00 ₲	₲ 141.300
	FUENTE C/ CAJA/ FUSIBLE 12V /20AMP SMPS FLIGHT	3	u/d	292.648,00 ₲	₲ 877.944
8	CAJA DE LLAVES PLASTICA 10X10 "TIGRE"	35	u/d	5.035,00 ₲	₲ 176.225
9	CAÑO ELECTRODUCTO 1.1/2" "TITAN"	30	mts	4.411,00 ₲	₲ 132.330
10	CAÑO ELECTRODUCTO 1" "TITAN"	105	mts	2.385,00 ₲	₲ 250.425
11	CAÑO ELECTRODUCTO 3/4" "TITAN"	130	mts	1.620,00 ₲	₲ 210.600
12	TAPA CIEGA PARA CAJA DE LLAVES	35	u/d	3.100,00 ₲	₲ 108.500
13	ACCESORIOS VARIOS	1	u/d	300.000,00 ₲	₲ 300.000
TOTAL					₲ 18.048.777

Tabla 27. Mano de obra para señales débiles (CCTV).

ESPECIFICACIONES		CANT	UNIDAD	PUNIT	SUB-TOTAL
COLOCACIÓN DE ELECTRODUCTOS	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 1 1/2"	30	p/mts	₲ 14.000	₲ 420.000
	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 1"	105	p/u	₲ 12.000	₲ 1.260.000
	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 3/4"	130	p/u	₲ 12.000	₲ 1.560.000
CABLEADO DE UTP	CABLEADO DE CAMARAS POR UNIDAD	30	p/u	₲ 250.000	₲ 7.500.000
INSTALACIÓN DE CAMARAS FUENTES DE CC Y DVR	INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE CAMARAS POR UNIDAD	30	p/u	₲ 100.000	₲ 3.000.000
	INSTALACIÓN DE FUENTES DE ALIMENTACION	3	p/u	₲ 150.000	₲ 450.000
	INSTALACIÓN DE DVR	1	p/u	₲ 450.000	₲ 450.000
TOTAL					₲ 14.640.000

A.4.10. Presupuesto de media tensión

Ítem Nº	NOMBRE	CANT	UNIDAD	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	Descargador de sobretensión	6	u/d	501.800,00 ₲	₲ 3.010.800
2	Seccionador fusible de línea MT	6	u/d	792.000,00 ₲	₲ 4.752.000
3	Cable protegido 35mm2	400	mtrs	116.000,00 ₲	₲ 46.400.000
4	Cable subterráneo 35mm2	255	u/d	210.000,00 ₲	₲ 53.550.000
5	Terminal Mufa	3	u/d	549.000,00 ₲	₲ 1.647.000
6	Jabalina de Cobre	6	u/d	65.000,00 ₲	₲ 390.000
7	Canalización subterránea	82	mtrs	1.024.000,00 ₲	₲ 83.968.000
8	Poste 12/300 kgf	3	u/d	2.329.800,00 ₲	₲ 6.989.400
9	EPMTH-1	2	u/d	2.300.000,00 ₲	₲ 4.600.000
10	EPMTH-5	1	u/d	3.150.000,00 ₲	₲ 3.150.000
11	EPMTH-7	1	u/d	3.150.000,00 ₲	₲ 3.150.000
TOTAL					₲ 211.607.200

A.4.11. Presupuesto de PCI (Protección Contra Incendios)

Tabla 28. Materiales para PCI.

Item nº	NOMBRE	CANT.	UNI.	PRECIO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	DETECTOR DE HUMO/CALOR SV-SD388-4H (12V) SERTEK	100	u/d	146.010,00 ₲	₲ 14.601.000
2	PULSADOR / EMERGENCIA / INCENDIO (HC-404) FLIGHT	38	u/d	39.329,00 ₲	₲ 1.494.502
3	SIRENA AUDIOVISUAL 12V FLIGHT HC-63	31	u/d	117.750,00 ₲	₲ 3.650.250
4	BATERIA 12V 7AMP KRAFT	11	u/d	115.500,00 ₲	₲ 1.270.500
5	Teclado 6164SP Alfanumérico HONEYWELL	1	u/d	993.960,00 ₲	₲ 993.960
6	Panel de Alarma Honeywell VISTA-50P	1	u/d	2.323.401,00 ₲	₲ 2.323.401
7	Honeywell 4219 Expansor	4	u/d	579.088,00 ₲	₲ 2.316.352
8	Fuente de poder Altronix de 12VDC/24VDC	5	u/d	3.936.383,00 ₲	₲ 19.681.915
9	Cable Telefónico 4P+T Norma 755 FTP VCP TECHNOLOGY	800	mts	3.500,00 ₲	₲ 2.800.000
10	Cable UTP Cat. 6, 23AWG, Azul VCP TECHNOLOGY	300	mts	5.000,00 ₲	₲ 1.500.000
11	CAÑO ELECTRODUCTO 3/4" "TITAN"	750	mts	1.620,00 ₲	₲ 1.215.000
12	CAJA DE CONEXIÓN PLASTICA OCTOGONAL 3X3 "TIGRE"	150	mts	2.185,00 ₲	₲ 327.750
TOTAL					₲ 52.174.630

Tabla 29. Mano de obra para PCI

ESPECIFICACIONES		CANT	UNI.	P. UNIT.	SUB-TOTAL
COLOCACIÓN DE ELECTRODUCTOS	INSTALACIÓN DE ELECTRODUCTO DE 3/4"	750	p/u	₲ 12.000	₲ 9.000.000
CABLEADO	CABLEADO POR ZONAS	20	p/u	₲ 250.000	₲ 5.000.000
	CABLEADO DE EXPANSORES POR UNIDAD	4	p/u	₲ 350.000	₲ 1.400.000
	CABLEADO DE ALARMAS Y PULSADORES POR UNIDAD	69	p/u	₲ 100.000	₲ 6.900.000
INSTALACIÓN DE EQUIPOS	INSTALACIÓN DE EXPANSORES DE ZONAS POR UNIDAD	4	p/u	₲ 300.000	₲ 1.200.000
	INSTALACIÓN DE CENTRAL CON TECLADO POR UNIDAD	1	p/u	₲ 500.000	₲ 500.000
	INSTALACIÓN DE FUENTES DE CA/CC POR UNIDAD	5	p/u	₲ 300.000	₲ 1.500.000
	INSTALACIÓN DE DETECTORES DE HUMO POR UNIDAD	100	p/u	₲ 35.000	₲ 3.500.000
	INSTALACIÓN DE ALARMAS Y PULSADORES POR UNIDAD	69	p/u	₲ 35.000	₲ 2.415.000
TOTAL					₲ 31.415.000