

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD



**“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”**

PABLA SOLEDAD GUERRERO AVALOS

RICHART DANIEL BARRIOS FLEITAS

TUTOR

PROF ING. PEDRO PASTOR DAVID GONZALEZ RODRIGUEZ

COTUTOR

ING. JONHATAN ALBERTO LÓPEZ GAUTO

**CORONEL OVIEDO
DICIEMBRE 2024**

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

**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**

Elaborado por

PABLA SOLEDAD GUERRERO AVALOS
RICHART DANIEL BARRIOS FLEITAS

Tutor

ING. PEDRO PASTOR DAVID GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Cotutor

ING. JONHATAN ALBERTO LÓPEZ GAUTO

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 2024



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](#).

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del título de Ingeniero En Electricidad 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: _____(Números)

_____ (Letras)

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Acta:

Fecha:

Calificación:

DEDICATORIAS

Pabla Soledad Guerrero Avalos

A mis padres, Amanda y Basilio por la confianza, por sus enseñanzas, por los consejos y principalmente por apoyarme en este proceso largo y darme siempre las fuerzas necesarias para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Pabla Soledad Guerrero Avalos

Mi más profundo agradecimiento a todas las personas que estuvieron apoyándome durante este largo camino hacia la culminación de esta gran meta. Este proyecto no habría sido posible sin su incondicional apoyo.

Agradezco a mi familia por su amor, paciencia, comprensión y a la confianza puesta en mí la cual ha sido fundamental para alcanzar esta meta. Gracias al apoyo incondicional me mantuve fuerte durante toda mi carrera académica.

A mis compañeros de clases y amigos, agradezco por estar siempre en los momentos desafiantes y ayudarme a seguir en frente. Especialmente a mi amiga Luján Paniagua por ayudarme y darme los mejores consejos, a sus palabras de aliento y su apoyo ha sido invaluable a lo largo de este camino.

También quiero extender mi gratitud a todos los docentes de la FCyT por sus enseñanzas me han permitido adquirir los conocimientos y las habilidades necesarias para llevar a cabo este proyecto de manera efectiva.

En resumen, agradezco a mi familia, docentes, amigos, y a todos aquellos que han desempeñado un papel en este proyecto. Su apoyo y colaboración han sido esenciales para la finalización exitosa de dicho proyecto.

RESUMEN

Este proyecto de fin de grado se centra en el desarrollo de un proyecto ejecutivo para la instalación eléctrica del futuro edificio del rectorado de la UNCA, ubicado en el campus Arandu Poty, en la compañía Tuju Puku de Coronel Oviedo.

Un análisis preliminar del proyecto civil presentado por los estudiantes de Ingeniería Civil de la FCyT -UNCA arrojó como resultado que la misma carecía de un proyecto eléctrico que garantice el correcto funcionamiento del edificio, asegurar un suministro constante de energía y garantizar una instalación eléctrica eficiente.

Por ello, el objetivo principal es diseñar una instalación eléctrica con un enfoque de sostenibilidad ambiental y utilización de fuentes de energía alternativa. Este proyecto beneficiará a toda la comunidad educativa de la UNCA, proporcionando un entorno de trabajo seguro y confortable, y promoviendo el bienestar de todos sus miembros.

Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un relevamiento de datos, estudio del plano arquitectónico, una revisión de documentos de proyectos finales de grado anteriores y un análisis de las normativas y estándares de calidad tanto locales como internacionales. Como resultado, se diseñó una instalación eléctrica que cumple con los criterios establecidos en las normativas aplicables en esta área. Esto se logró utilizando software de cálculo y simulación como Dialux Evo 12.1 y Excel.

Además, para reducir la dependencia de la red eléctrica convencional y fomentar la sostenibilidad ambiental, se diseñó un sistema de alimentación alternativa mediante paneles solares utilizando Global Atlas Solar. También se incluyó un sistema de compensación reactiva y un sistema de puesta a tierra, siguiendo las normativas vigentes. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis técnico para evaluar la viabilidad de la solución propuesta. Finalmente, se elaboró un presupuesto de mano de obra y materiales, resultando en un costo total del proyecto de 213.803 dólares.

Palabras claves: Instalación eléctrica eficiente, Sostenibilidad ambiental, Energía alternativa, Paneles solares, Normativas.

ABSTRACT

This final degree project focuses on the development of an executive project for the electrical installation of the future UNCA Rector's building, located in the Arandu Poty campus, in the Tuju Puku company of Coronel Oviedo. The main objective is to design an electrical installation with a focus on environmental sustainability and the use of alternative energy sources. This project will benefit the entire educational community of UNCA, providing a safe and comfortable working environment and promoting the well-being of all its members.

To achieve this objective, a data survey, analysis of architectural plans and review of documents from other final degree projects were carried out. The results indicated that the civil project presented by the Civil Engineering students of the FCyT-UNCA lacked an electrical project at the engineering level, necessary for the correct operation of the building, ensuring a constant supply of energy and guaranteeing an efficient electrical installation.

Considering both local and international regulations and quality standards, and in response to the need, a proposal was developed to solve this problem. The result was the design of an electrical installation that complies with the criteria established in the applicable regulations in this area. This was achieved using calculation and simulation software such as Dialux Evo 12.1 and Excel.

In addition, to reduce dependence on the conventional power grid and promote environmental sustainability, an alternative power supply system was designed using solar panels using Global Atlas Solar. A reactive compensation system and a grounding system were also included, following current regulations. Subsequently, a technical analysis was carried out to assess the feasibility of the proposed solution. Finally, a budget for labor and materials was prepared, resulting in a total project cost of 213.803 dollars.

Key Words: Efficient electrical installation, Environmental sustainability, Alternative energy, Solar panels, Regulations.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
ÍNDICE	9
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABLAS.....	14
I-INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	19
1.1 ANTECEDENTES.....	19
1.2 MARCO TEÓRICO	20
1.2.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO FUENTE ALTERNATIVA [4].....	20
1.2.2 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS [4].....	21
1.2.3 CRITERIOS NECESARIOS PARA DETERMINAR SI UNA ZONA NECESITA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA [4]	22
1.2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LUMINARIAS	24
1.2.5 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN.....	25
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	27
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
2.2. JUSTIFICACIÓN	28
CAPÍTULO 3: OBJETIVOS	28
3.1. OBJETIVO GENERAL	28
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
CAPITULO 4: RESUMEN EJECUTIVO	30
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	30
4.2 METODOLOGÍA	30

4.2.1 TIPO DE ESTUDIO	30
4.2.2 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
4.2.3 PROCEDIMIENTOS PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	31
4.2.4 FASES METODOLÓGICAS	31
4.3 FINALIDAD	32
4.4 METAS.....	32
4.5 PRODUCTO.....	32
4.6 ACTIVIDADES	32
4.7 RECURSOS.....	34
4.7.1 RECURSOS HUMANOS	34
4.7.2 RECURSOS MATERIALES.....	34
4.7.3 RECURSOS FINANCIEROS.....	34
4.8 FACTIBILIDAD TÉCNICA	34
4.9 COSTOS.....	35
CAPITULO 5: INGENIERÍA DE DISEÑO	36
5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
5.1.1 LOCALIZACIÓN.....	36
5.1.2 PLANO ARQUITECTÓNICO.....	37
5.1.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	37
5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SECTORES.....	37
5.1.5 NIVELES DE IRRADIACIÓN SOLAR DE LA ZONA	37
5.1.6 RESISTIVIDAD DEL SUELO	38
5.1.7 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	38
5.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS NORMATIVAS.....	38
5.2.1 NORMAS NACIONALES	38
5.2.2 EXTRACCIÓN DE NORMATIVA UTILIZADA EN LOS ANTECEDENTES.....	38

5.2.2 ENTREVISTA A PROFESIONALES	39
5.2.3 SELECCIÓN DE NORMATIVAS	39
5.3 PROYECTO LUMINOTÉCNICO CON DIALUX EVO 12.1	39
5.3.1 ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS SEGÚN CADA SECTOR DEL EDIFICIO	39
5.3.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN REQUERIDOS SEGÚN NORMA.....	40
5.3.2 RESULTADO DE DEL CÁLCULO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN CADA SECTOR DEL EDIFICIO	40
5.3.3 ELABORACIÓN DEL INFORME LUMINOTÉCNICO	41
5.4 ELABORACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO.....	41
5.4.1 UBICACIÓN DE TODOS LOS PUNTOS DE CONSUMO, DUCTOS Y TABLEROS EN EL PLANO ARQUITECTÓNICO	41
5.4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA INSTALADA.....	41
5.4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR.....	42
5.4.4 PROYECTO DE EXTENSIÓN DE LÍNEA EN MT	42
5.4.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES	43
5.4.6 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.....	50
965.4.7 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN ...	58
5.4.8 EQUILIBRIO DE CARGA Y CUADRO DE CARGAS	58
5.4.9 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN REACTIVA	59
5.4.10 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA TIERRA	59
5.5 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	61
5.5.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS CRÍTICAS DEL EDIFICIO	61
5.5.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA.....	62
5.5.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA A ALIMENTAR	62

5.5.3 DIMENSIONAMIENTO DE TODOS LOS MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	63
5.6 ELABORACIÓN DE LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO	68
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
6.1 CONCLUSIÓN	72
6.2 RECOMENDACIONES	73
VII-BIBLIOGRAFÍA.....	74
VIII-APÉNDICE	75
APÉNDICE A: RESUMEN EJECUTIVO	75
A.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PROPUESTA	75
APÉNDICE B: INGENIERÍA DE DISEÑO.....	77
B.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	77
B.2 CÁLCULOS DE SISTEMA DE PUESTA TIERRA	81
B.3 CÁLCULO DE POTENCIA INSTALADA.....	84
B.4 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	89
B.5 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES	110
B.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN REACTIVA	170
B.7 PROYECTO LUMINOTÉCNICO.....	171

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del Campus de la UNCA.....	36
Figura 2: Ubicación del terreno designado para la futura construcción del rectorado de la UNCA.	36
Figura 3: Paleta de colores utilizados en el diseño arquitectónico del futuro edificio del rectorado de la UNCA.	37
Figura 4: Diseño de la malla de puesta tierra.	61
Figura 5: Esquema representativo del sistema fotovoltaico.	68
Figura 6: Lista de materiales y presupuesto en BT.	69
Figura 7: Presupuesto de mato de obra en BT.....	70
Figura 8: Total del presupuesto en BT.	70
Figura 9: Lista de materiales y presupuesto en MT.....	71
Figura 10: Total del presupuesto en MT.....	71
Figura 11: Presupuesto total.	71
Figura 12: Página 1 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.....	77
Figura 13: Página 2 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.....	78
Figura 14: Página 3 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.....	79
Figura 15: Ubicación de las estructuras MT más cercanas al sector designado para la construcción del futuro edificio.	80
Figura 16: Informe cantidad de tormentas de la DINAC.....	106
Figura 17: Factor K para el cálculo de la potencia del sistema de compensación reactiva según la potencia del transformador.....	170
Figura 18: Lista de luminarias utilizadas.	171

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Presupuesto de recursos en guaraníes.....	34
Tabla 2: Resumen de los datos de irradiación solar extraídos del GSA REPORT....	38
Tabla 3: Extracto de los niveles de iluminación requeridos según RBT-ANDE y la CIE 14-2000.....	40
Tabla 4: Resultado de la adaptación de niveles de iluminación según el sector en DIALux evo 12.1.....	41
Tabla 5: Análisis técnico del proyecto luminotécnico.....	41
Tabla 6: Resumen del cálculo de potencia instalada.....	42
Tabla 7: Resultado del cálculo de la protección general.....	44
Tabla 8: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 1.....	44
Tabla 9: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 2.....	44
Tabla 10: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 3.....	44
Tabla 11: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 4.....	44
Tabla 12: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 5.....	44
Tabla 13: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 6.....	44
Tabla 14: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 7.....	45
Tabla 15: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 8.....	45
Tabla 16: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 9.....	45
Tabla 17: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 10.....	45
Tabla 18: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 11.....	45
Tabla 19: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 12.....	45
Tabla 20: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 13.....	45
Tabla 21: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 14.....	46
Tabla 22: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-1.....	46
Tabla 23: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-2.....	46
Tabla 24: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-3.....	46
Tabla 25: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-4.....	47
Tabla 26: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-5.....	47
Tabla 27: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-6.....	48
Tabla 28: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-7.....	48
Tabla 29: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-8.....	48
Tabla 30: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-9.....	48

Tabla 31: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-10.....	49
Tabla 32: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-11.....	49
Tabla 33: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-12.....	49
Tabla 34: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-13.....	49
Tabla 35: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-14.....	49
Tabla 36: Resultado del cálculo del calibre de los interruptores diferenciales por tablero.	50
Tabla 37: Valores del factor de corrección por la condición de temperatura en el dimensionamiento de conductores.....	51
Tabla 38: Resultado del cálculo de la sección de la línea general y principal.	52
Tabla 39: Resultado del cálculo de la sección de las líneas seccionales.	52
Tabla 40: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-1.	53
Tabla 41: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-2.	53
Tabla 42: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-3.	53
Tabla 43: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-4.	54
Tabla 44: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-5.	55
Tabla 45: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-6.	55
Tabla 46: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-7.	56
Tabla 47: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-8.	56
Tabla 48: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-9.	56
Tabla 49: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-10.	57
Tabla 50: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-11.	57

Tabla 51: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-12.	58
Tabla 52: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-13.	58
Tabla 53: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-14.	58
Tabla 54: Valores de K1 según cantidad de jabalinas.....	60
Tabla 55: Análisis y determinación de las zonas críticas del futuro edificio.	61
Tabla 56: Determinación de la carga a alimentar con el sistema fotovoltaico.	62
Tabla 57: Detalle de consumo total de la carga a alimentar por el sistema fotovoltaico.	62
Tabla 58: Nivel de tensión del sistema fotovoltaico según la carga.	64
Tabla 59: Análisis normativo del proyecto.	75
Tabla 60: Análisis de nivel de seguridad del proyecto.....	75
Tabla 61: Análisis de nivel de comodidad del proyecto.	75
Tabla 62: Análisis de eficiencia energética del proyecto.	75
Tabla 63: Análisis de sostenibilidad ambiental del proyecto.....	76
Tabla 64: Análisis de la calidad energética del proyecto.....	76
Tabla 65: Análisis de ahorro energético del proyecto.....	76
Tabla 66: Análisis técnico del proyecto.	76
Tabla 67: Cálculo de la potencia instalada del TS-1.	84
Tabla 68: Cálculo de la potencia instalada del TS-2.	84
Tabla 69: Cálculo de la potencia instalada del TS-3.	85
Tabla 70: Cálculo de la potencia instalada del TS-4.	85
Tabla 71: Cálculo de la potencia instalada del TS-5.	86
Tabla 72: Cálculo de la potencia instalada del TS-6.	86
Tabla 73: Cálculo de la potencia instalada del TS-7.	86
Tabla 74: Cálculo de la potencia instalada del TS-8.	87
Tabla 75: Cálculo de la potencia instalada del TS-9.	87
Tabla 76: Cálculo de la potencia instalada del TS-10.	87
Tabla 77: Cálculo de la potencia instalada del TS-11.	88
Tabla 78: Cálculo de la potencia instalada del TS-12.	88
Tabla 79: Cálculo de la potencia instalada del TS-13.	88
Tabla 80: Cálculo de la potencia instalada del TS-14.	88

Tabla 81: Cálculo de la potencia instalada del futuro edificio.....	89
Tabla 82: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-1.	107
Tabla 83: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-2.	107
Tabla 84: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-3.	107
Tabla 85: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-4.	107
Tabla 86: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-5.	108
Tabla 87: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-6.	108
Tabla 88: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-7.	108
Tabla 89: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-8.	108
Tabla 90: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-9.	108
Tabla 91: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-10.	109
Tabla 92: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-11.	109
Tabla 93: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-12.	109
Tabla 94: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-13.	109
Tabla 95: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-14.	109

I-INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA), creada por la Ley N° 3198/2007, actualmente no dispone de un edificio propio para albergar el rectorado. Estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la FCyT-UNCA han presentado un proyecto para la construcción de una sede del rectorado en el campus Arandu Poty, en la compañía Tuju Puku de Coronel Oviedo. Sin embargo, dicha propuesta carece de un proyecto eléctrico que cumpla con las normativas y reglamentaciones vigentes en esta área.

Es esencial desarrollar un proyecto eléctrico para asegurar el correcto funcionamiento del edificio, garantizar un suministro constante de energía y asegurar una instalación eléctrica eficiente, especialmente considerando que se trata de la futura sede del rectorado de una universidad.

Con lo expuesto anteriormente este proyecto de fin de grado tiene como objetivo desarrollar el proyecto ejecutivo de la instalación eléctrica del futuro edificio del rectorado de la Universidad Nacional de Caaguazú con utilización de fuentes de energía alternativa.

Para lograr los objetivos, proyecto de fin de grado se estructura en los siguientes capítulos: capítulo 1 revisión bibliográfica; capítulo 2 formulación del problema y justificación, capítulo 3 objetivos; capítulo 4 resumen ejecutivo; capítulo 5 ingeniería de diseño; capítulo 6 conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

1.1. DANIEL LARA BENJUMEA (2012). DESARROLLO DE PROYECTO EJECUTIVO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DESTINADO A UNA UNIVERSIDAD. [1]

Este proyecto ejecutivo desarrolló las instalaciones de un edificio universitario en la ciudad de Barcelona, tuvo como objetivo equipar el edificio y hacerlo lo más sostenible posible, teniendo en cuenta que los edificios destinados a vivienda son diferentes de los destinados a uso público las ordenanzas metropolitanas y municipales. Se logró implementar un sistema de domótica que permite una reducción de costes de instalación y consumo energético. Otro punto principal es la intencionalidad de reducción del consumo eléctrico, se proyectó la reducción de energía eléctrica mediante una planta enfriadora y mediante la instalación de un ascensor de bajo consumo.

1.2. MARIO ARRIETA PATERNINA, LUIS CARLOS OLMOS VILLALBA, JORGE LUIS IZQUIERDO NUÑEZ, RAMÓN ANTONIO ÁLVAREZ LÓPEZ (2022). DISEÑO DE PROTOTIPO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO OPTIMIZANDO EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES. [2]

Este proyecto tuvo como objetivo la realización de un sistema solar fotovoltaico (SSFV) con los ángulos de inclinaciones correspondientes establecidas por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) para la energización de zonas rurales en Colombia. El proceso abarca desde la selección de una Zona No Interconectada al Sistema de Interconexión Nacional (SIN) hasta la ingeniería detallada del SSFV, que incluye aspectos como la topología del sistema, el dimensionamiento de dispositivos y la optimización de los ángulos de inclinación, teniendo en cuenta los patrones de irradiación y el brillo solar. El proyecto culminó con la implementación y verificación del rendimiento de un prototipo de SSFV en el terreno. Y de acuerdo a los resultados obtenidos, su análisis es consecuente concluir que el sistema es eficiente y cumple a cabalidad con los parámetros de diseño. Económica y socialmente implementar este tipo de proyectos es viable, ya que se mejoran las condiciones de vida de las personas y esto a su vez genera mayor desarrollo de las mismas.

1.3. MIGUEL FERNANDO LEIVA AGUILERA (2023). 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. [3]

El enfoque de este trabajo se centró en la formulación del proyecto ejecutivo para las instalaciones eléctricas del bloque de aulas del futuro edificio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA. Se llevó a cabo un análisis de todas las cargas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del edificio, proporcionando un ambiente cómodo tanto para los estudiantes como para el personal de la institución educativa. Se realizaron los estudios en el software DIALux, permitiendo así la selección adecuada de iluminación para cada entorno de trabajo. Además, se diseñaron los planos esenciales para el acceso a la energía eléctrica, incluyendo elementos como la infraestructura de media tensión, la ubicación de las luminarias, el diagrama unifilar, la red de baja tensión, el trazado de electroductos y la red de alimentación del grupo electrógeno. Se realizaron cálculos precisos para determinar la elección adecuada del transformador de pedestal, las secciones de los conductores y las protecciones necesarias para cada tablero de la instalación. Asimismo, se llevó a cabo el diseño de una malla de puesta a tierra integral.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO FUENTE ALTERNATIVA [4]

Los sistemas fotovoltaicos son una excelente fuente alternativa de energía debido a varias razones:

1.2.1.1 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Energía Renovable:

- La energía solar es inagotable y disponible en casi todas partes del mundo.
- No produce emisiones de gases de efecto invernadero durante su operación.

Reducción de Costos:

- A largo plazo, los sistemas fotovoltaicos pueden reducir significativamente los costos de electricidad.
- Los costos de instalación han disminuido en los últimos años, haciendo que la energía solar sea más accesible.

Independencia Energética:

- Permiten a los usuarios generar su propia electricidad, reduciendo la dependencia de la red eléctrica.

- Especialmente útil en áreas remotas o con suministro eléctrico inestable.

Mantenimiento Bajo:

- Los sistemas fotovoltaicos requieren poco mantenimiento una vez instalados.
- Los paneles solares tienen una vida útil de 25-30 años.

Versatilidad:

- Pueden ser instalados en techos, terrenos, y cuerpos de agua (sistemas flotantes).
- Adaptables a diferentes escalas, desde pequeñas instalaciones residenciales hasta grandes plantas solares.

1.2.1.2 APLICACIONES COMUNES

Residencial: Generación de electricidad para hogares, reduciendo las facturas de energía.

Comercial: Empresas que buscan reducir costos operativos y mejorar su imagen ambiental.

Industrial: Grandes instalaciones para fábricas y plantas industriales.

Agrícola: Sistemas de riego y electrificación de áreas rurales.

1.2.1.3 CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Evaluación del Sitio: Análisis de la radiación solar disponible y el espacio para la instalación.

Regulaciones y Normativas: Cumplimiento de las leyes locales y estándares de seguridad.

Financiamiento y Subsidios: Disponibilidad de incentivos gubernamentales y opciones de financiamiento.

Los sistemas fotovoltaicos no solo son una alternativa viable y sostenible, sino que también pueden integrarse de manera efectiva en proyectos de ingeniería, como el que estás desarrollando.

1.2.2 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS [4]

1.2.2.1 SISTEMAS CONECTADOS A LA RED (GRID-TIED)

Estos sistemas están conectados a la red eléctrica pública.

Ventajas: Permiten inyectar el excedente de energía generada a la red, lo que puede generar créditos o compensaciones en la factura eléctrica.

Uso Común: Residencias y comercios en áreas urbanas.

1.2.2.2 SISTEMAS AISLADOS (OFF-GRID)

Descripción: Funcionan de manera independiente sin conexión a la red eléctrica.

Ventajas: Ideales para áreas remotas donde no llega la red eléctrica. Requieren baterías para almacenar la energía.

Uso Común: Zonas rurales y aplicaciones específicas como cabañas o estaciones remotas.

1.2.2.3 SISTEMAS HÍBRIDOS

Combinan características de los sistemas conectados a la red y los aislados.

Ventajas: Pueden funcionar con la red eléctrica y también con baterías, proporcionando mayor flexibilidad y seguridad energética.

Uso Común: Lugares con suministro eléctrico inestable o donde se busca mayor autonomía.

1.2.2.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONCENTRACIÓN (CPV)

Utilizan lentes o espejos para concentrar la luz solar en células fotovoltaicas de alta eficiencia.

Ventajas: Mayor eficiencia en la conversión de energía solar a eléctrica.

Uso Común: Grandes instalaciones solares en áreas con alta radiación solar.

1.2.2.5 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FLOTANTES

Instalados sobre cuerpos de agua como lagos o embalses.

Ventajas: Ahorro de espacio en tierra y reducción de la evaporación del agua.

Uso Común: Proyectos a gran escala en áreas con cuerpos de agua disponibles.

1.2.3 CRITERIOS NECESARIOS PARA DETERMINAR SI UNA ZONA NECESITA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA [4]

Para determinar si un edificio necesita de una fuente de alimentación continua o 100% disponible se deben de tener en cuenta lo siguientes criterios:

1.2.3.1 CONSUMO ENERGÉTICO

Horas de uso: Zonas que están en uso durante muchas horas al día, como oficinas administrativas y salas de reuniones. [5]

Equipos de alta demanda: Áreas con equipos que tienen un alto consumo energético, como sistemas de climatización, iluminación intensiva y equipos de laboratorio. [5]

1.2.3.2 SEGURIDAD Y RESILIENCIA

Sistemas de emergencia: Áreas que requieren un suministro ininterrumpido de energía para sistemas de emergencia, como luces de salida, alarmas contra incendios y sistemas de seguridad. [5]

Redundancia energética: Zonas críticas donde la redundancia energética es esencial para evitar interrupciones, como centros de datos y salas de servidores. [5]

1.2.3.3 FUNCIONALIDAD Y USO DEL ESPACIO

Áreas comunes: Espacios como pasillos, vestíbulos y áreas de espera que tienen un uso constante y pueden beneficiarse de una fuente de energía alternativa. [5]

Zonas de alto tráfico: Lugares con alto tráfico de personas, como entradas principales y áreas de recepción, donde la iluminación y otros servicios deben ser constantes. [5]

1.2.3.4 IMPACTO EN LA OPERACIÓN

Operaciones críticas: Áreas donde la interrupción del suministro eléctrico podría afectar significativamente las operaciones diarias, como oficinas de administración y departamentos de TI. [5]

Continuidad académica: Espacios utilizados para actividades académicas esenciales, como aulas y bibliotecas, donde la continuidad del suministro eléctrico es crucial. [5]

1.2.3.5 INTEGRACIÓN CON SISTEMAS EXISTENTES

Compatibilidad: Zonas donde la integración de sistemas fotovoltaicos con la infraestructura eléctrica existente es más sencilla y rentable. [5]

Capacidad de almacenamiento: Áreas donde se puede instalar almacenamiento de energía (baterías) para maximizar el uso de la energía solar generada. [5]

1.2.3.6 FACTORES AMBIENTALES

Exposición solar: Zonas con alta exposición solar durante la mayor parte del día, como techos planos y fachadas orientadas al sur. [5]

Condiciones climáticas: Considera las condiciones climáticas locales y cómo afectan la eficiencia de los paneles solares. [5]

1.2.3.7 COSTOS OPERATIVOS Y MANTENIMIENTO

Reducción de costos: Áreas donde la implementación de energía solar puede reducir significativamente los costos operativos a largo plazo. [5]

Facilidad de mantenimiento: Zonas donde el mantenimiento de los paneles solares es más accesible y menos costoso. [5]

1.2.3.8 APOYO A LA SOSTENIBILIDAD

Proyectos piloto: Áreas que pueden servir como proyectos piloto para futuras expansiones de energía solar en el campus. [5]

Visibilidad y educación: Zonas visibles que pueden ser utilizadas para educar a la comunidad universitaria sobre los beneficios de la energía solar. [5]

1.2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LUMINARIAS

1.2.4.1 NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX)

Importancia: El nivel de iluminación adecuado asegura que el espacio sea funcional y cómodo para las actividades que se realizan en él. Por ejemplo, una oficina necesita más luz que un dormitorio. [6]

Ventajas:

- Funcionalidad y Comodidad: Asegura que el espacio sea adecuado para las actividades que se realizan.
- Productividad: Niveles adecuados de iluminación, como en oficinas, mejoran la productividad y reducen la fatiga visual.

1.2.4.2 DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS

Importancia: Una distribución uniforme de la luz evita sombras y deslumbramientos, creando un ambiente visualmente agradable y seguro. [6]

Ventajas:

- Uniformidad: Evita sombras y deslumbramientos, creando un ambiente visualmente agradable.
- Seguridad: Una distribución uniforme de la luz mejora la visibilidad y reduce riesgos de accidentes.

1.2.4.3 LIMITACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO

Importancia: El deslumbramiento puede causar incomodidad y reducir la visibilidad, afectando la eficiencia y el bienestar. [6]

Ventajas:

- Comodidad Visual: Reduce la incomodidad y mejora la visibilidad.
- Eficiencia: Mejora la eficiencia en tareas que requieren alta concentración visual, como en hospitales.

1.2.4.4 COLOR DE LA LUZ Y REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

Importancia: El color de la luz afecta el ambiente y la percepción de los colores en el espacio. Una buena reproducción cromática es esencial para tareas que requieren precisión en los colores. [7]

Ventajas:

- Ambiente Agradable: El color adecuado de la luz mejora el ambiente del espacio.

- Precisión en Colores: Una buena reproducción cromática es esencial para tareas que requieren precisión en los colores, como en tiendas de ropa

1.2.4.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Importancia: Elegir luminarias eficientes reduce el consumo de energía y los costos operativos, además de ser más amigable con el medio ambiente. [6]

Ventajas:

- Reducción de Costos: Luminarias eficientes reducen el consumo de energía y los costos operativos.
- Sostenibilidad: Son más amigables con el medio ambiente.

1.2.4.6 VIDA ÚTIL Y MANTENIMIENTO

Importancia: Luminarias con una vida útil larga y bajo mantenimiento son más económicas a largo plazo y reducen las interrupciones por reemplazo.

Ventajas:

- Economía a Largo Plazo: Luminarias con una vida útil larga son más económicas a largo plazo.
- Menos Interrupciones: Reducen las interrupciones por reemplazo, especialmente en áreas de difícil acceso.

1.2.5 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

1.2.5.1 TIPOS SEGÚN SU INSTALACIÓN

LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

Las líneas eléctricas aéreas son aquellas que se instalan sobre postes o torres, permitiendo la transmisión de electricidad a través de cables suspendidos en el aire.

Ventajas:

- Flexibilidad: Es más fácil realizar modificaciones o expansiones en la red.
- Detección de fallas: Las fallas son más fáciles de localizar visualmente.

Desventajas:

- Vulnerabilidad a las condiciones climáticas: Pueden ser afectadas por tormentas, vientos fuertes, y otros fenómenos meteorológicos.
- Impacto visual: Pueden afectar el paisaje y reducir el valor de las propiedades cercanas.
- Riesgo de accidentes: Mayor riesgo de accidentes debido a la caída de cables o postes.

LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

Las líneas eléctricas subterráneas se instalan bajo tierra, utilizando conductos y cables especialmente diseñados para resistir las condiciones subterráneas.

Ventajas:

- Durabilidad: Tienen una vida útil más larga debido a la protección contra elementos externos.
- Menor pérdida de energía: Menos pérdidas de energía debido a la menor resistencia térmica.

Desventajas:

- Costos de instalación y mantenimiento: Son más costosas de instalar y mantener en comparación con las líneas aéreas.
- Dificultad en la evacuación de calor: La disipación de calor es más complicada, lo que puede afectar la eficiencia de los cables.
- Accesibilidad: Las reparaciones y el mantenimiento son más difíciles y costosos debido a la ubicación subterránea.

2.5.2 TIPOS SEGÚN EL TIPO DE PROTECCIÓN

LÍNEAS DESNUDAS

Son conductores sin ningún tipo de recubrimiento aislante, generalmente utilizados en líneas de transmisión y distribución de alta tensión.

Ventajas:

- Costo: Son más económicas debido a la ausencia de material aislante.
- Mantenimiento: Facilitan la detección y reparación de fallos.
- Capacidad de corriente: Pueden manejar mayores corrientes debido a la mejor disipación de calor.

Desventajas:

- Seguridad: Mayor riesgo de contacto accidental y cortocircuitos.
- Interferencia: Más susceptibles a interferencias electromagnéticas y ambientales.
- Espacio: Requieren mayor distancia entre conductores para evitar arcos eléctricos.

LÍNEAS PROTEGIDAS

Son conductores desnudos que cuentan con una protección adicional, como una cubierta semiconductor o una capa de material resistente a la intemperie.

Ventajas:

- Seguridad: Menor riesgo de contacto accidental en comparación con las líneas desnudas.
- Durabilidad: Mejor resistencia a condiciones ambientales adversas.
- Interferencia: Menor susceptibilidad a interferencias electromagnéticas.

Desventajas:

- Costo: Más caras que las líneas desnudas debido a la protección adicional.
- Mantenimiento: La protección puede dificultar la detección de fallos.

LÍNEAS AISLADAS

Son conductores completamente recubiertos con material aislante, utilizados principalmente en áreas urbanas y residenciales.

Ventajas:

- Seguridad: Máxima protección contra contactos accidentales y cortocircuitos.
- Interferencia: Muy baja susceptibilidad a interferencias electromagnéticas.
- Espacio: Permiten una instalación más compacta debido a la menor distancia requerida entre conductores.

Desventajas:

- Costo: Son las más caras debido al material aislante.
- Capacidad de corriente: La capacidad de corriente puede ser menor debido a la menor disipación de calor.
- Mantenimiento: La detección y reparación de fallos puede ser más complicada.

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rectorado de una universidad es la máxima autoridad académica en la institución. Su papel es fundamental para dirigir, representar y presidir los actos y órganos universitarios. La Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA) creada por Ley N° 3198/2007 en la actualidad no cuenta con un edificio propio que pueda ser utilizado para la sede de lo mencionado anteriormente. De este modo, está obligada al arriendo de un local en el centro de la ciudad de Coronel Oviedo desde el año 2016, con un costo mensual de 2.000.000 de guaraníes, sin incluir los gastos de servicios básicos como los de ANDE y ESSAP. A pesar de esto, en estas condiciones se sufre de: limitaciones de espacio, falta de estacionamiento, inestabilidad a largo plazo, inversión

pasiva entre otros factores que se convierten en una dificultad para las instituciones que cumplen funciones con estas características.

Existe un proyecto ejecutivo desarrollado por alumnos de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la misma universidad para la construcción de una sede propia del rectorado en el campus Arandu Poty, ubicado a 4km del cruce internacional de Coronel Oviedo, pero la propuesta mencionada carece de un proyecto eléctrico que cumpla con las exigencias de las reglamentaciones y normativas vigentes en esta área.

Es fundamental la elaboración de un proyecto eléctrico que garantice el correcto funcionamiento del edificio, asegurar el suministro constante de energía y garantizar una instalación eléctrica eficiente.

También, dada las características del edificio, se torna imperativo tomar medidas para reducir la dependencia de la red eléctrica convencional y fomentar la utilización de fuentes de energía renovable.

Por todo lo expuesto, este proyecto de grado se enfocó en la elaboración del proyecto eléctrico ejecutivo de la futura sede del rectorado de la UNCA, enfatizando criterios claves como la comodidad y la seguridad de los ocupantes y sus bienes materiales.

2.2. JUSTIFICACIÓN

Con la realización del presente proyecto de fin de grado, la futura sede del rectorado de la UNCA contará con un proyecto ejecutivo de instalación eléctrica capaz de garantizar el correcto funcionamiento del edificio y por supuesto, el cumplimiento de las normativas, estándares de calidad y seguridad vigentes en nuestro país. Asimismo, busca incentivar el uso de innovaciones tecnológicas como fuentes renovables de energía.

La ejecución de este proyecto beneficiará a toda la comunidad educativa de la UNCA, ya que se dispondrá de un entorno de trabajo confortable y seguro, velando por el bienestar de los miembros de la comunidad universitaria.

CAPÍTULO 3: OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el 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.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relevar datos relacionados al proyecto ejecutivo civil del futuro edificio del rectorado de la Universidad Nacional de Caaguazú.
- Realizar el estudio de normas vigentes en el país y seleccionar las aplicables al proyecto.
- Elaborar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de materiales y equipos para la instalación eléctrica del futuro edificio del rectorado de la Universidad Nacional de Caaguazú.
- Diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico para fuente alternativa de las áreas críticas del futuro edificio del rectorado de la Universidad Nacional de Caaguazú.
- Elaborar el presupuesto y la lista de materiales para el proyecto ejecutivo elaborado.

CAPITULO 4: RESUMEN EJECUTIVO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se considera de tipo aplicado y descriptivo. Es aplicado porque se enfocó en encontrar mecanismos o estrategias para alcanzar los objetivos propuestos en el diseño, aplicando conocimientos y principios de ingeniería eléctrica para resolver problemas específicos y desarrollar soluciones efectivas. Es descriptivo porque se encargará de describir las características de la realidad y a estudiar, recopilando información precisa y detallada sobre aspectos relevantes de instalaciones eléctricas seguras e innovadoras.

En cuanto al tipo de datos empleado, es mixto:

Cuantitativo: Se emplearon herramientas matemáticas para lograr resultados precisos en los cálculos de dimensionamiento. Este enfoque proporcionó datos numéricos y medibles que respaldaron la toma de decisiones técnicas.

Cualitativo: Se presentaron los resultados de forma descriptiva, obteniendo información detallada sobre las condiciones y factores que afectan el diseño y desarrollo del proyecto ejecutivo.

4.2 METODOLOGÍA

4.2.1 TIPO DE ESTUDIO

Se considera de campo, no experimental y documental. Se recopilaron datos reales del sitio donde se construirá el edificio para la futura sede del rectorado de la UNCA, lo que lo clasifica como un estudio de campo. No se realizaron manipulaciones a los datos recolectados, por lo que es no experimental. Además, se utilizaron planos arquitectónicos y otros documentos de proyectos finales de grado anteriores, lo que lo hace también un estudio documental.

4.2.2 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Observación directa: Se realizó de manera libre o no estructurada, utilizando herramientas como registros descriptivos en cuadernos, notas, entrevistas a profesionales del área, software, fotografías e instrumentos de medición.

Recopilación documental: Permitió reunir datos bibliográficos, incluyendo trabajos de investigación, revisión de textos, artículos, normas y reglamentos pertinentes al proyecto.

4.2.3 PROCEDIMIENTOS PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

4.2.3.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se realizaron cálculos de dimensionamiento eléctrico y análisis de carga para el procesamiento de datos cuantitativos. Para el procesamiento de datos cualitativos se realizaron entrevistas.

4.2.3.2 ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizaron ecuaciones matemáticas para el dimensionamiento de materiales y equipos eléctricos.

4.2.3.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se interpretaron según los objetivos del estudio. Se elaboraron informes con recomendaciones para la ejecución del proyecto.

4.2.4 FASES METODOLÓGICAS

Fase 1: Relevamiento de datos.

En esa fase, se recopilaron datos como: la futura ubicación de la sede del rectorado de la UNCA, el plano arquitectónico, las características constructivas. Así también, las características de todos los sectores del futuro edificio, nivel de irradiación solar de la zona, la distribución de la red en media y baja tensión dentro del terreno.

Fase 2: Realización del estudio de normas vigentes en el país y selección de las aplicables al proyecto.

Durante esa etapa, se hizo un análisis de las normas utilizadas por los trabajos que anteceden a este proyecto, luego se buscó una equivalencia de las mismas entre las disponibles en nuestro país.

Fase 3: Elaboración de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de materiales y equipos para la instalación eléctrica del futuro edificio del rectorado de la UNCA.

En esta etapa se procedió a realizar una definición precisa de la cantidad, ubicación y características de todos los puntos de consumo del futuro edificio, se hizo una adaptación a las necesidades específicas de cada espacio o área. Para la elección del tipo de luminaria, cantidad, ubicación y característica de las mismas se hizo un análisis con el software DIALux evo 12.1.

Luego, con la potencia instalada calculada se realizó el dimensionamiento del transformador, los conductores y el calibre de las protecciones requeridas para garantizar el buen funcionamiento de la instalación eléctrica del futuro edificio.

También, se hizo el diseño y dimensionamiento un sistema de compensación reactiva acorde al tipo de carga, dimensión y características.

Todo lo anterior se hizo en base a las normativas y las reglamentaciones seleccionadas en la fase anterior.

Por último, considerando los aspectos técnicos establecidos en la normativa utilizada se dimensionó el sistema de puesta a tierra para la instalación eléctrica del futuro edificio.

Fase 4: Diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Se realizó el análisis de cuáles son las zonas críticas (zonas que requieren del 100% de disponibilidad de energía) del futuro edificio y en conjunto con los datos obtenidos en la fase anterior se procedió a la realización del diseño del sistema fotovoltaico adecuado para el edificio.

Fase 5: Elaboración de lista de materiales y presupuesto del proyecto.

En esta fase se elaboró la lista de materiales y el presupuesto de materiales con mano de obra.

4.3 FINALIDAD

Con la realización de este proyecto se pretende:

- Garantizar una instalación eléctrica de calidad y eficiencia energética.
- Diseñar sistemas que brinden un servicio de energía continua en algunas zonas del edificio.
- Asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales en cuanto a instalaciones eléctricas.

4.4 METAS

- Obtener una instalación eléctrica con criterios de calidad, seguridad y comodidad.
- Lograr que las zonas críticas del futuro edificio se independicen de la red convencional de energía.

4.5 PRODUCTO

Proyecto ejecutivo de la instalación eléctrica de la futura sede del rectorado de la UNCA que cumpla con lo establecido en las reglamentaciones pertinentes.

4.6 ACTIVIDADES

Para el abordaje del Proyecto Final de Grado se realizó las siguientes actividades:

- Relevamiento de la futura ubicación del edificio.
- Relevamiento del plano arquitectónico.

- Relevamiento de las características constructivas.
- Relevamiento de las características de todos los sectores del futuro edificio.
- Relevamiento de los niveles de irradiación solar de la zona.
- Relevamiento de los datos de la resistividad del suelo.
- Relevamiento de la distribución de la red eléctrica en media y baja tensión dentro del terreno.
- Extracción de las normativas utilizadas en los trabajos que anteceden a este proyecto.
- Búsqueda de las normas de la misma naturaleza que las extraídas de los antecedentes.
- Entrevista a profesionales del área para una selección adecuada de las normativas.
- Definición de la cantidad, ubicación y características de todos los puntos de consumos necesarios para la instalación eléctrica del futuro edificio.
- Elaboración del estudio, dimensionamiento, selección y análisis para proyecto luminotécnico con el software DIALux evo 12.1.
- Cálculo de la potencia instalada del futuro edificio.
- Dimensionamiento del transformador.
- Elaboración del proyecto de extensión de línea en media tensión.
- Cálculo y selección del calibre de las protecciones.
- Cálculo y selección de la sección adecuada para los conductores.
- Diseño y dimensionamiento del banco de capacitores.
- Diseño y dimensionamiento del sistema de puesta a tierra.
- Análisis y determinación de las zonas críticas (zonas que requieren una fuente alternativa de energía) del futuro edificio.
- Diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- Elaboración de la lista de materiales de la instalación eléctrica del futuro edificio.
- Elaboración de presupuesto del proyecto.
- Elaboración y presentación del informe final del PFG.
- Defensa del PFG.

4.7 RECURSOS

4.7.1 RECURSOS HUMANOS

Los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electricidad de la FCYT–UNCA, Pabla Soledad Guerrero Avalos y Richart Daniel Barrios Fleitas, son los proyectistas. El proyecto de fin de grado está bajo la tutoría del ingeniero Pedro Pastor González Rodríguez y el ingeniero Jonhatan Alberto López Gauto quién es el cotutor.

4.7.2 RECURSOS MATERIALES

- Fotocopia e impresiones.
- Notebook.
- Software de simulación.
- Herramientas de medición.
- Bloc y agenda.
- Medio de transporte.

4.7.3 RECURSOS FINANCIEROS

Para la realización del proyecto de fin de grado se necesitaron los siguientes recursos financieros:

PRESUPUESTO DE RECURSOS EN GUARANÍES					
MATERIALES	MESES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL
TRANSPORTE	5	5	₡	250.000	₡ 1.250.000
VIÁTICOS	5	5	₡	200.000	₡ 1.000.000
TINTA PARA IMPRESIONES	5	4	₡	130.000	₡ 520.000
UTILES DE OFICINA	5	1	₡	80.000	₡ 80.000
INTERNET	5	5	₡	100.000	₡ 500.000
RESMA DE HOJAS	5	3	₡	30.000	₡ 90.000
IMPREVISTOS 10% ST					₡ 344.000
TOTAL					₡ 3.784.000

Tabla 1: Presupuesto de recursos en guaraníes.

4.8 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Luego de realizar los estudios y análisis correspondientes, dimensionar los conductores eléctricos y las protecciones conforme a las especificaciones reglamentarias, optimizar la distribución de las cargas, ajustar los niveles de iluminación para cada área, implementar un sistema de compensación reactiva, diseñar un sistema de puesta a tierra y utilizar fuentes de energía alternativa, se llevó a cabo el análisis técnico de la propuesta en el apéndice A.1. Los resultados indican que la propuesta es técnicamente viable.

4.9 COSTOS

En la sección 5.6 se detalla el desarrollo del presupuesto del proyecto, resultando en un costo total de 1.665.558.267 guaraníes.

CAPITULO 5: INGENIERÍA DE DISEÑO

5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

5.1.1 LOCALIZACIÓN

El Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA) abarca una superficie total de 3.492 m² y está ubicado en la compañía rural de Tuju Pucu, perteneciente al distrito de Coronel Oviedo. En la siguiente imagen se puede observar la ubicación en mapa.

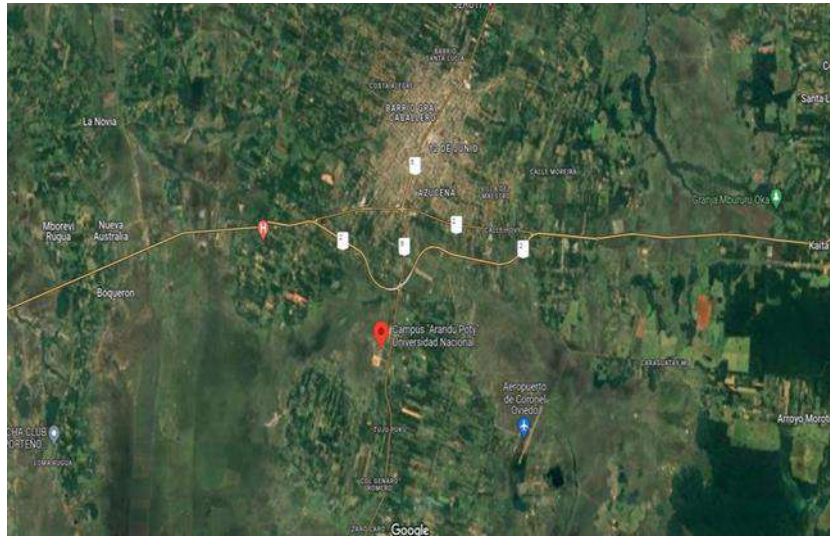


Figura 1: Ubicación geográfica del Campus de la UNCA.

La ubicación exacta del futuro edificio es: 25°29'53.4"S 56°27'27.5"W que se puede apreciar en la siguiente imagen como la región sombreada. [8]

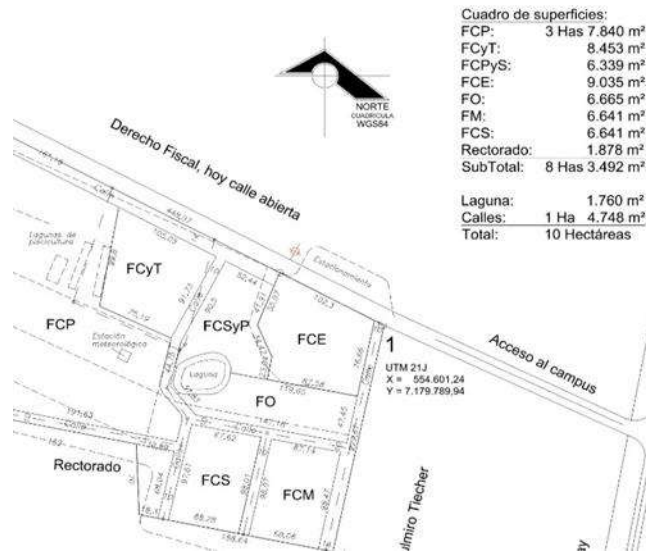


Figura 2: Ubicación del terreno designado para la futura construcción del rectorado de la UNCA.

5.1.2 PLANO ARQUITECTÓNICO

El plano fue proporcionado por los estudiantes de ingeniería civil de la FCyT-UNCA, quienes estuvieron a cargo del proyecto ejecutivo civil del futuro edificio del rectorado UNCA.

5.1.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La estructura y los materiales que se utilizarán están detallados en el anexo del [8] en archivos CYP y DWG. En términos generales, el techo es de losa con una altura efectiva de aproximadamente 3 metros, el piso es de baldosas cerámicas. Las paredes tienen un revoque texturizado de 2,5 cm. Las aberturas de los espacios comunes son de vidrio templado, mientras que la mayoría de las áreas del futuro edificio cuentan con ventanas de vidrio templado y puertas de madera.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SECTORES

Al igual que las características generales, las características específicas, como los detalles civiles y arquitectónicos, están descritas en el anexo del [8] en archivos CYP. En términos generales, los colores a utilizar tanto en interiores como en exteriores se pueden ver en la siguiente paleta de colores:



Figura 3: Paleta de colores utilizados en el diseño arquitectónico del futuro edificio del rectorado de la UNCA.

Estos datos serán de mucha utilidad para el análisis luminotécnico de este proyecto.

5.1.5 NIVELES DE IRRADIACIÓN SOLAR DE LA ZONA

En la siguiente tabla se puede observar un resumen de los datos obtenidos sobre irradiación solar en la zona destinada para la construcción del futuro edificio del rectorado de la UNCA:

MESES	IRRADIACIÓN (WH/m ²)
Enero	6,140
Febrero	5,701
Marzo	5,552
Abril	4,937
Mayo	4,155
Junio	3,647
Julio	4,205
Agosto	4,418
Setiembre	4,168
Octubre	4,675

Noviembre	6,025
Diciembre	6,205

Tabla 2: Resumen de los datos de irradiación solar extraídos del GSA REPORT.

Los demás datos están ubicados en el apéndice B.1.1.

5.1.6 RESISTIVIDAD DEL SUELO

Se llevaron a cabo las mediciones utilizando el instrumento de medición “Telurómetro” y considerando los criterios descritos en [9]:

- Zonas húmedas.
- Zonas con ausencia de estructuras o tuberías metálicas para evitar interferencias durante la medición.
- Enterrar el 95% del largo de la jabalina para asegurar un buen contacto con la tierra.
- Distribución uniforme respetando la distancia entre jabalinas para lograr una dispersión uniforme.

Tras realizar la medición, se obtuvo el siguiente valor: 140.9 Ω m.

5.1.7 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Actualmente, la zona designada para el futuro edificio no cuenta con un sistema de distribución en media tensión. Por lo tanto, es necesario realizar una propuesta para alimentar el futuro edificio. Los puntos más cercanos para la toma de energía en 23kV se encuentran a 300 metros del edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud. En el apéndice B.1.2 se puede observar mejor la ubicación de estas líneas MT y en la sección 5.4.4 se desarrollará la parte de extensión de línea en MT.

5.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS NORMATIVAS

5.2.1 NORMAS NACIONALES

- ANDE
- INTN

5.2.2 EXTRACCIÓN DE NORMATIVA UTILIZADA EN LOS ANTECEDENTES

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 de INSTALACIONES ELÉCTRICAS.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO: Norma NTC 2050, ICONTEC, Bogotá DC, 2002.
- Schneider Electric. GUÍA DE SOLUCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. 2009.

Las normativas empleadas en los trabajos previos a este proyecto se refieren exclusivamente a instalaciones eléctricas. En dichos trabajos, no se consideran normas ni reglamentos específicos para instalaciones fotovoltaicas, utilizándose únicamente libros o memorias técnicas.

5.2.2 ENTREVISTA A PROFESIONALES

De acuerdo a la entrevista realizada a profesionales del área arrojó los siguientes resultados:

- 1- No hay ninguna normativa o reglamento que regule las instalaciones fotovoltaicas en toda la región. Solo se utilizan memorias técnicas basadas en experiencias, libros, revistas y/o catálogos de fabricantes.

5.2.3 SELECCIÓN DE NORMATIVAS

- 1- En cuanto a las instalaciones fotovoltaicas se decidió utilizar:
 - Libro de INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS de Agustín Castejón.
 - Memoria y apuntes técnicos sobre SISTEMAS FOTOVOLTAICOS de Jonhatan López elaborado durante la pasantía hecha en el Automation and Electrical Systems Laboratory del PTI-PY.
 - Para el proyecto de iluminación se utilizó el reglamento de la CIE 14-2000 que es la recomendada por la Comisión Internacional de Iluminación.

5.3 PROYECTO LUMINOTÉCNICO CON DIALUX EVO 12.1

5.3.1 ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS SEGÚN CADA SECTOR DEL EDIFICIO

Para seleccionar las luminarias adecuadas, es esencial tener en cuenta los criterios mencionados en la sección 1.2.4 de este proyecto.

Dado que la mayoría de las áreas del edificio se destinarán a oficinas, el UGR Tabular de distribución directa simétrica con instalación interdistante transversal con tubos LED es una opción ideal. Este tipo de luminaria ofrece una distribución uniforme de la luz, reduce el deslumbramiento gracias a sus difusores y es muy eficiente en términos de consumo energético. Además, los tubos LED tienen una larga vida útil y requieren menos mantenimiento, lo que se traduce en un ahorro a largo plazo.

En el apéndice B.7.1 se puede observar mejor la luminaria seleccionada con las características específicas del mismo.

5.3.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN REQUERIDOS SEGÚN NORMA

AMBIENTES	NIVEL (LUXES)	UNIFORMIDAD	TEMPERATURA DE COLOR (k)
Recepción	100	0.4	4000
Oficinas	400	0.4	4000
Auditorio	100 a 300	0.4	4000
Comedor	400	0.4	6500
Cocina	350	0.4	4000
Quincho	200	0.4	4000
Sanitarios	100	0.4	4000
Pasillos	100	0.4	4000
Biblioteca	300	0.4	6000

Tabla 3: Extracto de los niveles de iluminación requeridos según RBT-ANDE y la CIE 14-2000.

5.3.2 RESULTADO DE DEL CÁLCULO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN CADA SECTOR DEL EDIFICIO

Para los cálculos primero se establecieron los sectores del edificio. Luego se realizaron las simulaciones de acuerdo a la distribución predeterminada de las luminarias en el software utilizado para finalmente verificar que las ubicaciones de las mismas sean las óptimas para el proyecto y por supuesto modificarlas si hace falta sin descuidar que los niveles de iluminación, la uniformidad y la temperatura de color sean los adecuados a la reglamentación utilizada. En la siguiente tabla se puede observar los resultados:

AMBIENTES	NIVEL (LUXES)	UNIFORMIDAD	TIPO DE LUMINARIA	TEMPERATURA DE COLOR (k)
Recepción	355	0.74	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Oficinas	571	0.45	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Auditorio	335 y 591	3.46 y 1.89	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Comedor	575	0.60	Rectangular con tubos LED adosado al techo	6500
Cocina	390	0.55	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Quincho	390	0.57	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Sanitarios	147 a 228	0.4 a 0.87	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000

Pasillos	297	0.66	Rectangular con tubos LED adosado al techo	4000
Biblioteca	325	0.41	Rectangular con tubos LED adosado al techo	6000

Tabla 4: Resultado de la adaptación de niveles de iluminación según el sector en DIALux evo 12.1.

5.3.3 ELABORACIÓN DEL INFORME LUMINOTÉCNICO

En la siguiente tabla se puede observar el resultado del análisis luminotécnico hecho en el software DIALux evo 12.1:

CRITERIOS	RESULTADOS
Nivel de iluminación adecuada en cada sector	Cumple
Uniformidad requerida en cada sector	Cumple
Tipo de luminaria adecuada	Cumple
Temperatura de color adecuado para cada sector	Cumple

Tabla 5: Análisis técnico del proyecto luminotécnico.

De la tabla anterior podemos concluir que el proyecto luminotécnico cumple con las reglamentaciones utilizadas.

En el apéndice B.7.2 se puede observar el informe extraído del software utilizado.

5.4 ELABORACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO

5.4.1 UBICACIÓN DE TODOS LOS PUNTOS DE CONSUMO, DUCTOS Y TABLEROS EN EL PLANO ARQUITECTÓNICO

El desarrollo de esta sección del proyecto se puede observar en el apéndice B.8. Los siguientes planos se han desarrollado teniendo en cuenta el [7] y el [9].

- Ubicación de tomas.
- Ubicación de aires.
- Ubicación de luminarias.
- Ubicación de la malla de puesta tierra.
- Esquema unifilar.
- Cuadro de cargas.
- Ubicación del transformador.

5.4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA INSTALADA

Todo el desarrollo de esta sección se puede observar en el apéndice B.3 y el resumen se puede observar en la siguiente tabla:

SECCIONES	POTENCIA (W)
Planta baja	166.460
Primer piso	85.000

Segundo piso	74.680
Servicios generales	38.000
TOTAL	364.140 W

Tabla 6: Resumen del cálculo de potencia instalada.

5.4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR

Para determinar la potencia del transformador primero se calcula la potencia útil promedio con un factor de utilización del 80% que es definida por él [7].

$$P_p = P_{INS} \times F_U = 364140 \text{ W} \times 0.8 = 291.312 \text{ W}$$

Donde:

P_p : potencia útil promedio.

P_{INS} : potencia instalada del edificio.

F_U : factor de utilización.

Luego calculamos la potencia aparente de la carga, esta se realiza considerando un factor de potencia promedio de la carga de la instalación que según las características de las cargas es de 0.85.

La fórmula para hallar la potencia aparente es la siguiente:

$$S = \frac{P_p}{\cos \theta}$$

Donde:

S: potencia aparente.

P_p : potencia activa promedio.

$\cos \theta$: factor de potencia.

$$S = \frac{291.312}{0,85} = 342.720 \text{ VA}$$

Para seleccionar un transformador disponible en el mercado, se opta por uno de 500 kVA, ya que al superar los 300 kVA, esta es la siguiente opción. Este transformador no solo cubre el 100% de la potencia instalada del edificio, sino que también permite un crecimiento de hasta un 16.84% en la potencia instalada. Por lo tanto, para satisfacer las necesidades energéticas del edificio, se utilizará un transformador de 500 kVA.

5.4.4 PROYECTO DE EXTENSIÓN DE LÍNEA EN MT

Según lo expuesto en la sección 1.2.5 de este proyecto de fin de grado, se ha decidido utilizar una línea de media tensión del tipo protegido. A continuación, se procederá al diseño y dimensionamiento de todos los componentes necesarios.

5.4.4.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES

Primero determinamos la corriente nominal:

$$I_N = \frac{S}{V\sqrt{3}} \qquad I_N = \frac{500000}{23000\sqrt{3}} \qquad I_N = 12.551 \text{ A}$$

Por tanto, la protección a ser utilizada es de 3x15 A.

5.4.4.2 DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES

Para dimensionar los conductores, se considera el calibre de las protecciones. Según lo indicado en [10], para una corriente de 15A, se deben utilizar conductores de 35 mm² cuya corriente admisible es de 105A para una temperatura de 50° C. Luego para confirmar la selección debemos de verificar la máxima caída de tensión para esta sección:

$$e\% = \frac{kPL}{\rho V^2 S} \qquad e\% = \frac{100 \times 500000 \times 230}{0.0278 \times 23000^2 \times 35} \qquad e\% = 0.017\%$$

Según lo descrito en [10] está dentro del rango permitido. Por lo tanto, los conductores a utilizar son conductores protegidos de aluminio con una sección de 3x(1x35) mm².

5.4.4.3 PLANO DE DISTRIBUCIÓN MT

En el apéndice B.8 se puede observar el plano con todas las indicaciones necesarias para la ejecución de este proyecto de MT.

5.4.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES

5.4.5.1 CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITO

El [7] establece que para el dimensionamiento de las protecciones se debe de tener en cuenta:

I_P = corriente de protección. I_N = corriente de carga. I_{Pico} = corriente máxima.

$I_P > I_N$ Para el caso de cargas con cargas lineales.

$I_{Pico} > I_N$ Para las cargas no lineales.

Donde:

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

Y para calcular la corriente de carga él [7] nos proporciona las siguientes fórmulas:

Para cargas trifásicas:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \theta}$$

Para cargas monofásicas:

$$I_N = \frac{P}{V \times \cos \theta}$$

Donde:

I_N : corriente de carga.

V: tensión del sistema.

P: potencia de la carga.

cos θ : factor de potencia.

En el apéndice B.4 se puede observar el cálculo de todas las protecciones y se obtuvo los siguientes resultados:

TABLERO GENERAL Y PRINCIPAL	
Potencia del transformador	425000 W
Corriente nominal	701.87 A
Calibre de protección	R(450-1000) regulada a 3x720A

Tabla 7: Resultado del cálculo de la protección general.

TABLERO TS-1	
Potencia	22680 W
Corriente nominal	40.07 A
Calibre de protección	3X50 A

Tabla 8: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 1.

TABLERO TS-2	
Potencia	14000 W
Corriente nominal	25.02 A
Calibre de protección	3X32 A

Tabla 9: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 2.

TABLERO TS-3	
Potencia	15180 W
Corriente nominal	26.21 A
Calibre de protección	3X32 A

Tabla 10: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 3.

TABLERO TS-4	
Potencia	60500 W
Corriente nominal	106.39 A
Calibre de protección	3X125 A

Tabla 11: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 4.

TABLERO TS-5	
Potencia	54100 W
Corriente nominal	94.48 A
Calibre de protección	3X100 A

Tabla 12: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 5.

TABLERO TS-6	
Potencia	26000 W
Corriente nominal	45.93 A
Calibre de protección	3X50 A

Tabla 13: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 6.

TABLERO TS-7	
---------------------	--

Potencia	21200 W
Corriente nominal	37.89 A
Calibre de protección	3X40 A

Tabla 14: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 7.

TABLERO TS-8	
Potencia	18100 W
Corriente nominal	32.35 A
Calibre de protección	3X40 A

Tabla 15: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 8.

TABLERO TS-9	
Potencia	19700 W
Corriente nominal	34.64 A
Calibre de protección	3X40 A

Tabla 16: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 9.

TABLERO TS-10	
Potencia	23200 W
Corriente nominal	41.47 A
Calibre de protección	3X50 A

Tabla 17: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 10.

TABLERO TS-11	
Potencia	11000 W
Corriente nominal	19.66 A
Calibre de protección	3X20 A

Tabla 18: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 11.

TABLERO TS-12	
Potencia	15800 W
Corriente nominal	28.24 A
Calibre de protección	3X32 A

Tabla 19: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 12.

TABLERO TS-13	
Potencia	24680 W
Corriente nominal	44.11 A
Calibre de protección	3X50 A

Tabla 20: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 13.

TABLERO TS-14	
Potencia	38000 W

Corriente nominal	69.98 A
Calibre de protección	3X85 A

Tabla 21: Resultado del cálculo de la protección del tablero seccional 14.

Por último, las protecciones de cada circuito:

TS-1	
CTO 1	10 A
CTO 2	20 A
CTO 3	10 A
CTO 4	10 A
CTO 5	20 A
CTO 6	20 A
CTO 7	10 A
CTO 8	3X10 A
CTO 9	10 A
CTO 10	10 A
CTO 11	10 A

Tabla 22: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-1.

TS-2	
CTO 1	10 A
CTO 2	3X10 A
CTO 3	20 A
CTO 4	10 A
CTO 5	10 A
CTO 6	20 A

Tabla 23: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-2.

TS-3	
CTO 1	10 A
CTO 2	20 A
CTO 3	10 A
CTO 4	10 A
CTO 5	10 A
CTO 6	20 A
CTO 7	3X16 A

Tabla 24: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-3.

TS-4	
CTO 1	10 A
CTO 2	10 A

CTO 3	32 A
CTO 4	32 A
CTO 5	32 A
CTO 6	32 A
CTO 7	32 A
CTO 8	32 A
CTO 9	3X16 A
CTO 10	16 A
CTO 11	3X10 A
CTO 12	20 A
CTO 13	10 A
CTO 14	10 A
CTO 15	3X10 A
CTO 16	3X10 A

Tabla 25: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-4.

TS-5	
CTO 1	10 A
CTO 2	10 A
CTO 3	10 A
CTO 4	10 A
CTO 5	32 A
CTO 6	32 A
CTO 7	10 A
CTO 8	3X25 A
CTO 9	3X25 A
CTO 10	3X25 A
CTO 11	3X25 A

Tabla 26: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-5.

TS-6	
CTO 1	10 A
CTO 2	10 A
CTO 3	20 A
CTO 4	20 A
CTO 5	20 A
CTO 6	16 A
CTO 7	10 A
CTO 8	3X10 A
CTO 9	3X10 A

CTO 10	16 A
CTO 11	10 A

Tabla 27: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-6.

TS-7	
CTO 1	10 A
CTO 2	20 A
CTO 3	20 A
CTO 4	10 A
CTO 5	3X10 A
CTO 6	10 A
CTO 7	20 A
CTO 8	10 A
CTO 9	20 A

Tabla 28: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-7.

TS-8	
CTO 1	10 A
CTO 2	3X10 A
CTO 3	20 A
CTO 4	10 A
CTO 5	20 A
CTO 6	3X10 A

Tabla 29: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-8.

TS-9	
CTO 1	10 A
CTO 2	16 A
CTO 3	3X10 A
CTO 4	20 A
CTO 5	16 A
CTO 6	3X10 A
CTO 7	20 A
CTO 8	10 A

Tabla 30: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-9.

TS-10	
CTO 1	10 A
CTO 2	20 A
CTO 3	10 A
CTO 4	16 A

CTO 5	20 A
CTO 6	20 A
CTO 7	10 A
CTO 8	10 A
CTO 9	20 A
CTO 10	20 A

Tabla 31: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-10.

TS-11	
CTO 1	10 A
CTO 2	20 A
CTO 3	10 A
CTO 4	3X10 A
CTO 5	10 A

Tabla 32: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-11.

TS-12	
CTO 1	16 A
CTO 2	20 A
CTO 3	20 A
CTO 4	10 A
CTO 5	20 A
CTO 6	20 A

Tabla 33: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-12.

TS-13	
CTO 1	10 A
CTO 2	10 A
CTO 3	3X10 A
CTO 4	3X10 A
CTO 5	10 A
CTO 6	20 A
CTO 7	20 A
CTO 8	10 A
CTO 9	3X10 A
CTO 10	10 A

Tabla 34: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-13.

TS-14	
CTO 1	10 A
CTO 2	3X85 A

Tabla 35: Resultado del cálculo de la protección de cada circuito del TS-14.

5.4.5.2 CONTRA SOBRETENSIONES

Según el apéndice B.4.2 para este proyecto no es necesaria la utilización de dispositivos contra sobretensiones en baja tensión.

5.4.5.3 CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

En el apéndice B.4.3 se puede observar los criterios utilizados para la selección de las protecciones contra contactos indirectos. A continuación, se muestra los resultados:

TABLERO PRINCIPAL		
TABLEROS SECCIONALES	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	CALIBRE DEL DIFERENCIAL (A)
TS-1	50	2x63
TS-2	32	2x40
TS-3	32	2x40
TS-4	125	2x63
TS-5	100	2x63
TS-6	50	2x40
TS-7	40	2x63
TS-8	40	2x40
TS-9	40	2x25
TS-10	50	2x63
TS-11	20	2x40
TS-12	32	2x40
TS-13	50	2x63
TS-14	85	2x25

Tabla 36: Resultado del cálculo del calibre de los interruptores diferenciales por tablero.

5.4.6 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

En él [7] se explica el procedimiento y los criterios a tener en cuenta para el dimensionamiento de la sección de los conductores. A continuación, se puede ver un resumen de ello:

1° condición: caída de tensión.

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times \Delta V\%}$$

Donde:

$\Delta V\%$: caída de tensión.

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

P: potencia.

L: longitud

ρ : conductancia del material. Será utilizado el cobre cuya conductancia es $58 \frac{m}{\Omega mm^2}$.

S: sección transversal del conductor.

V: tensión de alimentación.

Una vez obtenidos los resultados se elige la sección del conductor, aproximándola al valor comercial, según lo especificado en el catálogo a utilizar.

2° condición: corriente admisible de conductor.

La corriente admisible del conductor seleccionado en el ítem anterior debe de ser mayor a la corriente de protección.

$$I_{ADM} > I_P \quad \text{Para cargas lineales.}$$

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad \text{Para cargas no lineales.}$$

Donde:

$$I_{Pico} = I_N \times 1,25$$

I_{Pico} = corriente máxima.

I_{ADM} : corriente admisible del conductor.

I_P : corriente de protección seleccionada para la carga.

3° condición: temperatura.

La temperatura acumulada en los ductos debido a la corriente circulante y la cantidad de conductores dentro del mismo.

$$I_K > I_P$$

Donde:

$$I_K = I_{ADM} \times k$$

I_K : corriente corregido por condición de temperatura.

k: factor de corrección cuyo valor depende de la siguiente tabla:

N° DE CONDUCTORES	VALOR DE "K" PARA 40° C
4, 5 o 6	0,66
7, 8 o 9	0,57

Tabla 37: Valores del factor de corrección por la condición de temperatura en el dimensionamiento de conductores.

En el apéndice B.5 se puede observar el desarrollo de esta sección del cual se tuvo los siguientes resultados:

LÍNEA GENERAL Y PRINCIPAL	
Potencia	425000W
Corriente de protección	720 A

Sección adoptada	$3(2X300)+(2X300) \text{ mm}^2$
Corriente admisible	740 A
Sección de conductor de tierra	$(2X95) \text{ mm}^2$
Sección de barras	$3x(2x(30x5))+(2x(30x5))+T \text{ mm}^2$

Tabla 38: Resultado del cálculo de la sección de la línea general y principal.

LINEAS SECCIONALES						
SECTOR	NOMBRE	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	CONDUCTOR TIERRA (mm ²)
PLANTA BAJA	TS-1	22680	50	16	56	6
	TS-2	14000	32	6	36	4
	TS-3	15180	32	6	36	4
	TS-4	60500	125	70	148	25
	TS-5	54100	100	50	116	16
1° PISO	TS-6	26000	50	16	56	6
	TS-7	21200	40	10	44	4
	TS-8	18100	40	10	44	4
	TS-9	19700	40	10	44	4
2° PISO	TS-10	23200	50	16	56	6
	TS-11	11000	20	4	25	2
	TS-12	15800	32	6	36	4
	TS-13	24680	50	16	56	6
AZOTEA	TS-14	38000	85	35	96	10

Tabla 39: Resultado del cálculo de la sección de las líneas seccionales.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-1					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas K y SE	1600	10	4	25	-
A.A sala SE	3000	20	6	36	4
Luces con fuente auxiliar	180	10	4	25	-
Tomas sala CSU	1800	10	4	25	-
A.A 1 sala CSU	3000	20	6	36	4
A.A 2 sala CSU	3000	20	6	36	4
Luces y tomas TH	1100	10	4	25	-

A.A sala TH	4500	10	2	16	2
Luces y tomas portería	1500	10	6	36	-
A.A 1 portería	1500	10	6	36	4
A.A 2 portería	1500	10	6	36	4

Tabla 40: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-1.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-2					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Luces y tomas DP y AJ	1800	10	4	25	-
A.A sala DP	4500	10	2	16	2
A.A sala AJ	3000	20	6	36	4
Luces y tomas recepción	700	10	4	25	-
Luces y tomas CGP	1000	10	4	25	-
A.A sala CGP	3000	20	10	44	4

Tabla 41: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-2.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-3					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Tomas AI	900	10	4	25	-
A.A sala AI	3000	20	6	36	4
Toma especial sistema de seguridad	600	10	2	16	2
Luces con fuente auxiliar	180	10	4	25	-
Luces y tomas BE y A	1500	10	4	25	-
A.A sala BE	3000	20	6	36	4
A.A sala A	6000	16	4	25	2

Tabla 42: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-3.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-4					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE	TIERRA (mm²)

		PROTECCIÓN (A)		(A)	
Luces y tomas baños	1000	10	4	25	-
Luces y tomas de C y C	1500	10	4	25	-
Toma especial 1 cocina	5000	32	16	56	6
Toma especial 2 cocina	5000	32	16	56	6
Toma especial 3 cocina	5000	32	16	56	6
Toma especial 4 cocina	5000	32	16	56	6
Toma especial 5 cocina	5000	32	16	56	6
Toma especial 6 cocina	5000	32	16	56	6
A.A Comedor	7500	16	6	36	4
Luces y tomas Q y E	2000	16	4	25	-
A.A Quincho	4500	10	2	16	2
A.A Formacap	3000	20	10	44	4
Luces pasillo central	500	10	4	25	-
Luces patio central	500	10	4	25	-
Toma trifásica 1 cocina	5000	10	2	16	2
Toma trifásica 2 cocina	5000	10	2	16	2

Tabla 43: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-4.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-5					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas recepción 2	1000	10	4	25	-
Luces 1 auditorio	500	10	4	25	-
Luces 2 auditorio	500	10	4	25	-
Tomas auditorio	1500	10	4	25	-

Toma especial 1 auditorio	5000	32	16	56	6
Toma especial 2 auditorio	5000	32	16	56	6
Toma auxiliar	600	10	2	16	2
A.A 1 Auditorio	10000	20	6	36	4
A.A 2 Auditorio	10000	20	10	44	4
A.A 3 Auditorio	10000	20	10	44	4
A.A 4 Auditorio	10000	20	16	56	6

Tabla 44: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-5.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-6					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Luces y tomas P1	1000	10	4	25	-
Luces y tomas P 2 y 3	1800	10	4	25	-
A.A P1	3000	20	10	44	4
A.A P2	3000	20	6	36	4
A.A P3	3000	20	6	36	4
Tomas sala TI y MECIP	2200	16	4	25	-
Luces con fuente auxiliar	200	10	4	25	-
A.A sala MECIP	4500	10	2	16	2
A.A sala TI	4500	10	2	16	2
Toma especial TI	2200	16	6	36	4
Toma auxiliar	600	10	2	16	2

Tabla 45: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-6.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-7					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Luces y tomas P4	1300	10	4	25	-
A.A 1 sala P4	3000	20	10	44	4
A.A 2 sala P4	3000	20	10	44	4
Luces y tomas P5	1300	10	4	25	-
A.A sala P5	4500	10	2	16	2

Luces y tomas P6	1100	10	4	25	-
A.A sala P6	3000	20	6	36	4
Luces y tomas P7	1000	10	4	25	-
A.A sala P7	3000	20	10	44	4

Tabla 46: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-7.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-8					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas P 8 y 9	1300	10	4	25	-
A.A sala P8	4500	10	2.5	18	2
A.A sala P9	3000	20	6	36	4
Luces y tomas P 10 y 11	1800	10	4	25	-
A.A sala P10	3000	20	6	36	4
A.A sala P11	4500	10	2	16	2

Tabla 47: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-8.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-9					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas del baño	500	10	4	25	-
Luces y tomas P 12 y 13	1900	16	6	36	-
A.A sala P12	4500	10	2	36	2
A.A sala P13	3000	20	6	36	4
Luces y tomas P 14 y 15	1900	16	6	36	-
A.A sala P14	4500	10	2.5	18	2
A.A sala P15	3000	20	10	44	4
Luces pasillo central	400	10	4	25	-

Tabla 48: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-9.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-10					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE	TIERRA (mm ²)

		PROTECCIÓN (A)		(A)	
Luces y tomas P 16 y 17	1500	10	4	25	-
A.A sala P16	3000	20	10	44	4
A.A sala P17	1500	10	4	25	2
Luces y tomas P 18 y 19	2200	16	4	25	-
A.A 1 sala P18	3000	20	6	36	4
A.A 2 sala P18	3000	20	6	36	4
A.A sala P19	1500	10	2	16	2
Luces y tomas P20	1500	10	4	25	-
A.A 1 sala P20	3000	20	6	36	4
A.A 2 sala P20	3000	20	6	36	4

Tabla 49: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-10.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-11					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas P21	1300	10	4	25	-
A.A sala P21	3000	20	10	44	4
Luces y tomas P22	1600	10	4	25	-
A.A sala P22	4500	10	2	16	2
Luces y tomas del baño	600	10	4	25	-

Tabla 50: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-11.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-12					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm ²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm ²)
Luces y tomas P 23 y 24	2100	16	6	36	-
A.A sala P23	3000	20	10	44	4
A.A sala P24	3000	20	10	44	4
Luces y tomas P 25 y 26	1700	10	4	25	-

A.A sala P25	3000	20	6	36	4
A.A sala P26	3000	20	6	36	4

Tabla 51: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-12.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-13					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Tomas biblioteca	1800	10	6	36	-
Luces biblioteca	180	10	4	25	-
A.A 1 biblioteca	4500	10	2	16	2
A.A 2 biblioteca	4500	10	2.5	18	2
Luces y tomas P27	1500	10	4	16	-
A.A 2 sala P27	3000	20	6	36	4
A.A 1 sala P27	3000	20	6	36	4
Luces y tomas P28	1300	10	4	25	-
A.A sala P28	4500	10	2.5	18	2
Luces pasillo	400	10	4	25	-

Tabla 52: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-13.

LÍNEA DISTRIBUIDORA DE CIRCUITOS TS-14					
CTO	POTENCIA (W)	CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)	SECCIÓN (mm²)	CORRIENTE ADMISIBLE (A)	TIERRA (mm²)
Luces y tomas azotea	700	10	4	25	-
Motor del ascensor	37300	85	50	116	16

Tabla 53: Resultado del cálculo de la sección de la línea distribuidora de circuitos del TS-14.

965.4.7 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

El diagrama unifilar ha sido elaborado cumpliendo estrictamente con las normativas vigentes. [7] [9] Con esto, se puede garantizar la seguridad y la eficiencia del sistema. Este diagrama se encuentra en el apéndice B.8 junto con todo el plano eléctrico en un archivo auxiliar, el cual está almacenado en un disco para su consulta y verificación.

5.4.8 EQUILIBRIO DE CARGA Y CUADRO DE CARGAS

El equilibrio de cargas correspondiente se elaboró respetando lo que dictamina el [7], el cual indica que no debe haber una diferencia del 10%. Lo correspondiente a esta sección se puede observar también en el apéndice B.8 en el archivo auxiliar de este proyecto de fin de grado.

5.4.9 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN REACTIVA

Según las características de las cargas se estima que la instalación tendrá un factor de potencia promedio de 0.855. Teniendo en cuenta los criterios del [7] y el [9], se procedió a la realización de cálculos para mejorar el factor de potencia a 0,94.

Para el cálculo de la potencia reactiva a corregir se tiene en cuenta:

$$Q_T = P_A \times f$$

Donde:

QT: potencia reactiva. P_A: potencia activa. f: constante de corrección.

Es importante considerar que la instalación tendrá una carga muy variable y que el factor de potencia variará según la hora del día, la estación y la época del año. Por esta razón, se ha propuesto la instalación de un banco de capacitores trifásicos automáticos. Según los cálculos realizados, este banco tendrá una capacidad de 100 kVAR, dividido en 12 etapas, y estará ubicado junto al tablero general, funcionando como un **Sistema Centralizado de Compensación**.

Seguidamente se procedió a realizar el cálculo para la elección de los contactores para maniobra de condensadores con la siguiente formula:

$$I_C = \frac{Q \times 1000}{\sqrt{3} \times V} \quad I_C = \frac{100 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380} \quad I_C = 151.93 \text{ A}$$

Donde:

Q: potencia reactiva. I_C: corriente del condensador. V: voltaje.

El contactor seleccionado manejará una corriente de 170 A. Todos los cálculos se detallan en el apéndice B.6.

5.4.10 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA TIERRA

Resistencia para una jabalina:

$$R_1 = \frac{\rho_a}{2\pi l} \left| \ln\left(\frac{4l}{r}\right) - 1 \right|$$

Donde:

ρ_a : resistividad aparente del suelo.

l: longitud de la jabalina.

r: radio de protección de jabalina.

Resistencia de para n jabalinas:

$$R_n = R_1 \times K_n$$

$$K_n = \frac{k_1}{n}$$

Donde:

R_n : resistencia final.

R_1 : resistencia de una jabalina.

n: número de jabalinas.

k_1 : constante.

CANTIDAD DE JABALINAS	k_1
2	1,1523
3	1,3053
4	1,4139
5	1,4982
6	1,567
7	1,6252
8	1,6756
9	1,7201
10	1,7599

Tabla 54: Valores de K_1 según cantidad de jabalinas.

Resistencia de aterramiento:

$$R_a = \frac{\rho_a}{\pi \times l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{\sqrt{r \cdot h}}\right) + k_1 \times \frac{l_c}{\sqrt{A}} - R_n \right]$$

Donde:

l: longitud del conductor de cobre.

d: diámetro de la malla.

h: profundidad.

A: área de la malla.

Resistencia mutua de malla y jabalinas:

$$R_m = \frac{\rho_a}{\pi l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{l_e}\right) + k_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - R_n + 1 \right]$$

Donde:

ρ_a : Resistencia aparente del suelo.

l_c : longitud del conductor de cobre.

l_e : longitud total de las jabalinas.

Resistencia total de la malla:

$$R_T = \frac{R_a \cdot R_h - R_m^2}{R_a + R_h - 2R_m}$$

Donde:

R_a : resistencia de aterramiento.

R_m : resistencia mutua.

R_h : resistencia de la malla en paralelo.

Los cálculos de la malla de puesta a tierra se detallan en el apéndice B.2.

Los cálculos arrojaron los siguientes resultados:

Dimensión de la malla **100 m²**

Malla cuadrada: con 9 jabalinas de 5/8”

Longitud: 2,4m

Conductor: cobre desnudo de 35mm²

Profundidad de entierro de la malla: 60 cm

Resistencia total del mallado: 4.19 ohmios

Para las uniones será utilizada soldadura exotérmica.

En la siguiente figura se puede apreciar cómo quedará la malla distribuida:

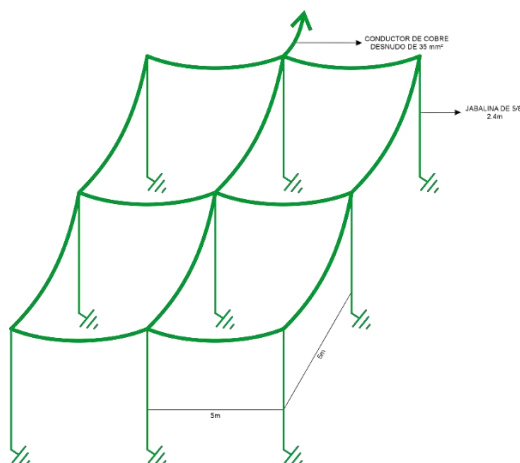


Figura 4: Diseño de la malla de puesta tierra.

5.5 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

5.5.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS CRÍTICAS DEL EDIFICIO

Para determinar estas zonas primero necesitamos saber si el edificio cumple con los criterios necesarios para la instalación de una fuente alternativa. Para ello, necesitamos que se cumpla los criterios desarrollados en la sección 1.2.3 de este proyecto. Los mismos serán resumidos en la siguiente tabla:

CRITERIOS	CUMPLE
Consumo energético	X
Seguridad	X
Funcionalidad	X
Impacto en la operación	X
Integración con el sistema	X
Sostenibilidad ambiental	X

Tabla 55: Análisis y determinación de las zonas críticas del futuro edificio.

Para identificar las zonas específicas que requieren una alimentación continua, es necesario considerar los criterios mencionados anteriormente. En estas áreas se debe

de garantizar una disponibilidad de energía constante. Por lo tanto, las zonas consideradas críticas son:

- Áreas de alto consumo energético: oficina administrativa, sala de conferencia y laboratorios.
- Equipos críticos: sistemas de seguridad, servidores, sistemas de comunicación, sistemas de emergencia y equipos de investigación.
- Áreas comunes y de alto tráfico: pasillos y áreas de espera.

De los cuáles el futuro edificio tiene:

- Oficina administrativa y sala de conferencia.
- Sistema de seguridad, de emergencia y de comunicación.
- Pasillos y áreas de espera.

5.5.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA

Según lo detallado en la sección 1.2.1 Y 1.2.2 de este proyecto final de grado, el sistema fotovoltaico más adecuado para el futuro edificio del rectorado de la UNCA es el sistema híbrido, debido a las múltiples ventajas que ofrece para satisfacer las necesidades específicas de este edificio.

5.5.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA A ALIMENTAR

CARGA	POTENCIA (W)
Iluminación	2394
Sistema de seguridad	500
Tomas auxiliares	1200
Sistemas informáticos	2200
Subtotal	6294
Factor de crecimiento	1.4
POTENCIA TOTAL	8812 W

Tabla 56: Determinación de la carga a alimentar con el sistema fotovoltaico.

A continuación, el cálculo de consumo:

CARGA	TIEMPO	CONSUMO (WH)
Iluminación	16	38304
Sistema de seguridad	16	8000
Tomas auxiliares	8	9600
Sistemas informáticos	24	52800
CONSUMO TOTAL		108704 WH

Tabla 57: Detalle de consumo total de la carga a alimentar por el sistema fotovoltaico.

5.5.3 DIMENSIONAMIENTO DE TODOS LOS MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

5.5.3.1 POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Después de determinar la potencia a suministrar y el consumo diario, seleccionamos el período de diseño. Este corresponde al mes en el que las condiciones para la generación de energía son más desfavorables, según los datos recopilados en la sección 5.1.5, tabla 2.

Calculamos la relación entre el valor de la irradiación solar diaria y mensual con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{G_{dm(0,Bopt)}}{G_{dm(0)}}}$$

Donde:

K = relación entre la irradiación solar diaria y mensual.

$G_{dm(0,Bopt)}$ = Irradiación diaria.

$G_{dm(0)}$ = Irradiación mensual.

Ahora se procede a calcular el valor de la irradiación solar diaria y mensual.

$$K = \frac{1}{\frac{1,002}{3647}} = 3.64$$

Una vez obtenido el valor de K se utiliza la siguiente fórmula para calcular la potencia del generador fotovoltaico, para la misma se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{min} = \frac{Wd}{K \times PR}$$

Donde:

P_{min} : potencia mínima del generador.

Wd: energía diaria necesaria.

PR: rendimiento energético.

Seguidamente se calcula la potencia del generador fotovoltaico:

$$P_{min} = \frac{108704}{3.64 \times 0.6} = 49772.9 \text{ W}$$

$$\text{Aprox} = 50 \text{ kW}$$

$$P_{m\acute{a}x} = P_{min} \times 1,2 = 60 \text{ kW}$$

Una vez obtenida la potencia se utilizan los datos de la siguiente tabla para la elección de la tensión en cc del sistema fotovoltaico:

POTENCIA	TENSIÓN NOMINAL
$P \leq 800W$	12V
$800 < P \leq 1.600W$	24V
$1.600 < P \leq 3.200W$	48V
$P > 3.200W$	120V a 300V

Tabla 58: Nivel de tensión del sistema fotovoltaico según la carga.

Según los cálculos y la tabla anterior el sistema estará alimentando con 120v en cc. Con todo esto seleccionamos el panel existente en nuestro mercado. Posee las siguientes características:

Potencia: 550 W monocristal.

Voltaje: 41.7-49.6 V.

Corriente: 13.2-14 A.

5.5.3.2 CANTIDAD DE PANELES Y TIPO DE CONEXIÓN

Número de Paneles:

$$N_p \times N_s \geq \frac{P_{\min}}{P_{\text{panel}}}$$

Donde:

N_p = número de ramas conectadas en paralelo.

N_s = número de ramas conectadas en serie.

P_{\min} = Potencia mínima.

P_{panel} = potencia del panel.

Al ser el sistema de 120V necesitamos 3 paneles en serie

$$N_p \times 3 = \frac{50000}{550} = 30.31 \approx 30$$

Arrojando como resultado que serán necesarios 30 grupos en paralelo de 3 paneles en serie, es decir, 90 paneles en total.

5.5.3.3 CAPACIDAD DEL SISTEMA DE ACUMULADORES Y TIPO DE CONEXIÓN

A continuación, se realiza el cálculo de las baterías:

Consumo diario:

$$Q_d = \frac{W_d}{V_n} = \frac{108704}{120} = 905.87 \text{ Wh}$$

Luego la capacidad del sistema:

$$C_n = \frac{Q_d \times A}{P_{\max} \times n_{\text{inv}} \times n_{\text{rb}}}$$

Donde:

A: días de autonomía.

P_{max} : profundidad de descarga.

η_{inv} : eficiencia del inversor.

η_{rb} : eficiencia del regulador y batería.

Se procede a realizar el cálculo:

$$C_n = \frac{905.87 \times 2}{0.7 \times 0.85 \times 0.80} = 3806 \text{ Ah}$$

Manteniendo a 20° C.

Es conocido que temperaturas inferiores a 20°C y superiores a 25°C impactan negativamente la capacidad de las baterías. Por lo tanto, es esencial almacenar el sistema de acumuladores en un lugar que mantenga este rango de temperatura constantemente, las 24 horas del día, todos los días del año.

Necesitamos seleccionar las baterías para el sistema de acumuladores. Para ello recurrimos a los existentes en el mercado:

Capacidad: 250Ah

Voltaje nominal: 12v

Corriente de carga: 75A

Con esto calculamos el número de acumuladores en serie:

$$N = \frac{V_n}{V_b}$$

Donde:

V_n : Voltaje del sistema.

V_b : Voltaje de la batería.

$$N = \frac{120v}{12v} = 10 \text{ baterias}$$

Ahora calculamos el número de grupos serie en paralelo:

$$N = \frac{C_n}{C_b}$$

Donde:

C_n : Capacidad del sistema.

C_b : Capacidad de la batería.

$$N = \frac{3806 \text{ Ah}}{250 \text{ Ah}} = 15.2 \cong 15 \text{ grupos}$$

Se necesita un total de 150 baterías para el sistema de acumuladores.

5.5.3.4 ELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA

Datos necesarios para la elección:

Voltaje del sistema: 120 V.

Corriente nominal por panel: 14 A.

$$I_{GSC} = 30 \times 14 = 420A$$

Corriente de regulación:

$$1,25 \times I_{GSC}$$

I_{GSC} : corriente de cortocircuito.

$$C_R = 1,25 \times 420 = 525 A$$

Una vez obtenido todos los datos se procede a la elección de reguladores de carga con las siguientes características:

Voltaje lado batería: $12/68$ V.

Voltaje lado panel: 120v

Corriente nominal: 525 A.

No existe un regulador de carga para estas características a lo que necesariamente se debe modificar el sistema. Se puede elevar la tensión del sistema a 300v y con ello volver a calcular todo.

Consumo diario:

$$Q_d = \frac{W_d}{V_n} = \frac{108704}{300} = 362,35 \text{ Wh}$$

Luego la capacidad del sistema:

$$C_n = \frac{Q_d \times A}{P_{\max} \times n_{\text{inv}} \times n_{\text{rb}}}$$

Se procede a realizar el cálculo:

$$C_n = \frac{362,35 \times 2}{0,7 \times 0,85 \times 0,80} = 1522,46 \text{ Ah}$$

Al ser el sistema de 300V necesitamos 7 paneles en serie

$$N_p \times 7 = \frac{50000}{550} = 12,99 \approx 13$$

Arrojando como resultado que serán necesarios 13 grupos en paralelo de 7 paneles en serie, es decir, 91 paneles en total.

Ahora calculamos de vuelta el sistema de acumuladores:

Acumuladores en serie:

$$N = \frac{300v}{12v} = 25 \text{ baterias}$$

Ahora calculamos el número de grupos serie en paralelo:

$$N = \frac{C_n}{C_b}$$

Donde:

C_n : Capacidad del sistema.

C_b : Capacidad de la batería.

$$N = \frac{1522,46 \text{ Ah}}{250 \text{ Ah}} = 6.088 \cong 6 \text{ grupos}$$

Se necesita un total de 150 baterías para el sistema de acumuladores.

Ahora de nuevo el regulador de carga:

Voltaje del sistema: 300 V.

Corriente nominal por panel: 14 A.

$$I_{GSC} = 13 \times 14 = 182A$$

Corriente de regulación:

$$C_R = 1,25 \times 182 = 228 A$$

Concluido se elige un regulador de las siguientes características:

Voltaje lado batería: 300V

Voltaje lado panel: $200/750 V$

Corriente nominal: 120 A.

De este regulador se necesita 2 unidades conectadas en paralelo para atender la corriente de regulación calculada anteriormente.

5.5.3.5 ELECCIÓN DEL INVERSOR

Datos necesarios:

Voltaje del sistema cc: 150/750 V

Potencia: 50 kW

Voltaje ca: 230 V 50Hz

Eficiencia η : 97.8%

En la siguiente figura se puede apreciar el resultado del diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

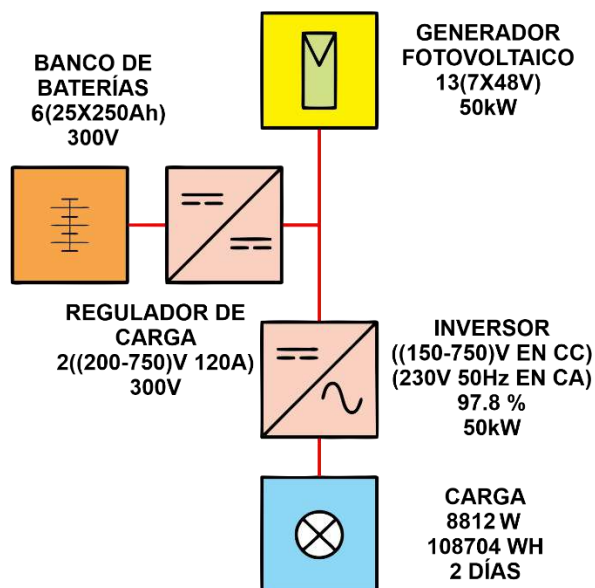


Figura 5: Esquema representativo del sistema fotovoltaico.

El sistema propuesto incluso tiene un rango amplio de crecimiento solo aumentando la cantidad de baterías y la cantidad de reguladores de carga.

5.6 ELABORACIÓN DE LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO

MATERIALES BT				
Ítem	Material	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Tablero de 36 módulos	7	906.000 ₺	6.342.000 ₺
2	Tablero de 24 módulos	7	788.000 ₺	5.516.000 ₺
3	Tablero 190x80x40	1	5.380.000 ₺	5.380.000 ₺
4	Llave TM de 10A monofásico	48	15.000 ₺	720.000 ₺
5	Llave TM de 16A monofásico	7	18.000 ₺	126.000 ₺
6	Llave TM de 20A monofásico	31	25.000 ₺	775.000 ₺
7	Llave TM de 32A monofásico	8	35.000 ₺	280.000 ₺
8	Llave TM de 10A trifásico	16	58.500 ₺	936.000 ₺
9	Llave TM de 16A trifásico	2	72.500 ₺	145.000 ₺
10	Llave TM de 20A trifásico	1	85.000 ₺	85.000 ₺
11	Llave TM de 25A trifásico	4	93.500 ₺	374.000 ₺
12	Llave TM de 32A trifásico	3	118.500 ₺	355.500 ₺
13	Llave TM de 40A trifásico	3	132.000 ₺	396.000 ₺
14	Llave TM de 50A trifásico	4	145.000 ₺	580.000 ₺
15	Llave TM de 85A trifásico	2	187.000 ₺	374.000 ₺
16	Llave TM de 100A trifásico	1	215.000 ₺	215.000 ₺
17	Llave TM de 125A trifásico	1	243.000 ₺	243.000 ₺
18	Llave TM de R(400-850)A trifásico	2	880.742 ₺	1.761.484 ₺
19	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	2	283.500 ₺	567.000 ₺
20	Interruptor diferencial 2x40A 30mA	8	300.700 ₺	2.405.600 ₺
21	Interruptor diferencial 2x63A 30mA	4	489.700 ₺	1.958.800 ₺

22	Jabalina 5/8'' de 2,40 metros	9	50.000 ₺	450.000 ₺
23	Cable de 2 mm ²	4000	2.750 ₺	11.000.000 ₺
24	Cable de 4 mm ²	10000	5.350 ₺	53.500.000 ₺
25	Cable de 6 mm ²	2000	7.900 ₺	15.800.000 ₺
26	Cable de 10 mm ²	400	13.950 ₺	5.580.000 ₺
27	Cable de 16 mm ²	350	27.050 ₺	9.467.500 ₺
28	Cable de 35mm ²	800	58.000 ₺	46.400.000 ₺
29	Cable de 50mm ²	300	85.278 ₺	25.583.400 ₺
30	Cable de 70mm ²	240	116.000 ₺	27.840.000 ₺
31	Cable de 95mm ²	100	143.500 ₺	14.350.000 ₺
32	Cable de 300mm ²	200	392.500 ₺	78.500.000 ₺
33	Cable desnudo de 35mm ²	100	38.530 ₺	3.853.000 ₺
34	Sistema de compensación reactiva	1	25.000.000 ₺	25.000.000 ₺
35	Lámparas fotovoltaicas	33	400.000 ₺	13.200.000 ₺
36	Toma corriente	444	25.000 ₺	11.100.000 ₺
37	Toma schuko monofásico de 40A	46	45.000 ₺	2.070.000 ₺
38	Toma trifásica 3x32A	20	43.350 ₺	867.000 ₺
39	Interruptor simple	53	9.800 ₺	519.400 ₺
40	Caja de conexión redondo	132	4.850 ₺	640.200 ₺
41	Caja de conexión cuadrada	25	6.000 ₺	150.000 ₺
42	Tapa ciega redonda	100	1.500 ₺	150.000 ₺
43	Tapa ciega cuadrada	20	2.300 ₺	46.000 ₺
44	Caja de llaves cuadrada	512	5.250 ₺	2.688.000 ₺
45	Electroducto flexible de PVC 1''	7500	2.400 ₺	18.000.000 ₺
46	Electroducto flexible de PVC 3/4''	2000	1.800 ₺	3.600.000 ₺
47	Electroducto flexible de PVC 5/8''	1200	1.550 ₺	1.860.000 ₺
48	Caño corrugado de 1''	1350	4.400 ₺	5.940.000 ₺
49	Caño corrugado de 3/4''	740	2.250 ₺	1.665.000 ₺
50	Combinación escalera	30	22.700 ₺	681.000 ₺
51	Bornera tierra 2x36	17	135.000 ₺	2.295.000 ₺
52	Sistema fotovoltaico	1	320.000.000 ₺	320.000.000 ₺
53	Aire acondicionado de 12000 btu	4	2.500.000 ₺	10.000.000 ₺
54	Aire acondicionado de 24000 btu	31	4.680.000 ₺	145.080.000 ₺
55	Aire acondicionado de 36000 btu	14	7.980.000 ₺	111.720.000 ₺
56	Aire acondicionado de 48000 btu	1	14.660.000 ₺	14.660.000 ₺
57	Aire acondicionado de 60000 btu	1	18.450.000 ₺	18.450.000 ₺
58	Aire acondicionado de 80000 btu	4	24.540.000 ₺	98.160.000 ₺
59	Luminaria de embutir con tubos led de 18 W	142	144.000 ₺	20.448.000 ₺
60	Barra de CU bruker 30x5 mm	20	480.000 ₺	9.600.000 ₺
TOTAL				1.160.448.884 ₺

Figura 6: Lista de materiales y presupuesto en BT.

MANO DE OBRA BAJA TENSIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Instalación y montaje de sistema de puesta tierra	1	10.000.000 ₡	10.000.000 ₡
Boca eléctrica	920	85.000 ₡	78.200.000 ₡
Instalación de tableros hasta 32 módulos	7	650.000 ₡	4.550.000 ₡
Instalación de tableros hasta 24 módulos	7	480.000 ₡	3.360.000 ₡
Instalación de tableros hasta 100 módulos	1	3.500.000 ₡	3.500.000 ₡
Instalación de aires acondicionados	1	47.100.000 ₡	47.100.000 ₡
Ducteado	12790	4.800 ₡	61.392.000 ₡
Instalación de sistema de compensación reactiva	1	4.500.000 ₡	4.500.000 ₡
Instalación de sistema fotovoltaico	1	30.000.000 ₡	30.000.000 ₡
TOTAL			242.602.000 ₡

Figura 7: Presupuesto de mano de obra en BT.

TOTAL BT	
Mano de obra BT	242602000
Materiales BT	1160448884
TOTAL	1403050884

Figura 8: Total del presupuesto en BT.

MATERIALES MT				
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Guarda cabo de retención	2	7.850 ₡	15.700 ₡
2	Descargador de sobretensión 23kV	6	501.800 ₡	3.010.800 ₡
3	Seccionador de línea a cuchilla MT 3x15A	3	628.650 ₡	1.885.950 ₡
4	Arandela cuadrada 2''x2''x11/16''AC5	24	6.800 ₡	163.200 ₡
5	Bulón de 5/8''x9''	11	16.500 ₡	181.500 ₡
6	Mano francesa MF2	4	30.750 ₡	123.000 ₡
7	Anclaje grillete p/aisl. Retención polimérico	12	180.550 ₡	2.166.600 ₡
8	Bulón de 1/2''x4 1/2''	4	9.800 ₡	39.200 ₡
9	Perno anclaje C/ojal 5/8''x8''	3	21.420 ₡	64.260 ₡
10	Guarda cabo de retención p/línea protegida MT	12	26.500 ₡	318.000 ₡
11	Perno todo rosca 5/8''x16''	3	14.280 ₡	42.840 ₡
12	Alambre preformado P/cabo de acero de 3/8''	4	26.500 ₡	106.000 ₡
13	Tuerca ojal de 5/8''	7	15.500 ₡	108.500 ₡
14	Aislador polimérico de retención EP MT	12	129.500 ₡	1.554.000 ₡
15	Preformado de aislación de retención 185mm ² P/EP	12	48.000 ₡	576.000 ₡
16	Prensa paralela CU/CU 95/25mm ²	11	47.500 ₡	522.500 ₡
17	Cruceta de madera 3''x4''x2,4m MT	2	270.725 ₡	541.450 ₡
18	Soporte de brazo tipo L P/cabo mensajero	3	123.100 ₡	369.300 ₡
19	Percha separadora tipo diamante	3	135.000 ₡	405.000 ₡
20	Estribo tipo TS-1 para brazo tipo L EP MT	3	33.700 ₡	101.100 ₡
21	Guarda cabo mensajero P/EP	2	132.588 ₡	265.176 ₡
22	Terminal a Comp. Cu. P/cable de 35mm ²	2	11.650 ₡	23.300 ₡
23	Jabalina coperweld 5/8''x3m	6	65.000 ₡	390.000 ₡
24	Prensa paralela de bronce para cable 35mm ²	8	47.500 ₡	380.000 ₡

25	Soporte tipo Z para seccionador y descargador EP MT	4	68.000 ₡	272.000 ₡
26	Soporte tipo C más perfil tipo L P/EP	2	75.850 ₡	151.700 ₡
27	Banda de acero inoxidable de 5/8''	10	5.330 ₡	53.300 ₡
28	Hebilla para banda de acero inoxidable de 5/8''	10	4.500 ₡	45.000 ₡
29	Protector para cabo mensajero	2	5.156 ₡	10.312 ₡
30	Prensa línea viva P/estribo L EP	6	33.700 ₡	202.200 ₡
31	Conjunto estribo conect. Cuña 185 P/Lv	6	47.500 ₡	285.000 ₡
32	Tubo PVC 3/4''	18	21.000 ₡	378.000 ₡
33	Cable aislado flexible CU 35mm ² P/23kV	12	116.000 ₡	1.392.000 ₡
34	Cable desnudo CU 25mm ²	32	8.839 ₡	282.848 ₡
35	Cable protegido de 35mm ² P/23kV	800	21.026 ₡	16.820.800 ₡
36	Columna de H°A° 12/300 Kgf	6	1.800.000 ₡	10.800.000 ₡
37	Espaciador polimérico romboidal	19	235.000 ₡	4.465.000 ₡
TOTAL				48.511.536 ₡

Figura 9: Lista de materiales y presupuesto en MT.

TOTAL MT			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Transformador de 500kVA	1	93.545.049 ₡	93.545.049 ₡
Montaje del transformador de 500kVA	1	35.000.000 ₡	35.000.000 ₡
Montaje EP SLT 1-6	1	3.500.000 ₡	3.500.000 ₡
Montaje EP MTH° 1	3	2.300.000 ₡	6.900.000 ₡
Montaje EP MTH° 5	2	3.150.000 ₡	6.300.000 ₡
Materiales MT	1	48.511.536 ₡	48.511.536 ₡
TOTAL			177.056.585 ₡

Figura 10: Total del presupuesto en MT.

PRESUPUESTO TOTAL	
PRESUPUESTO BAJA TENSIÓN	1.403.050.884 ₡
PRESUPUESTO MEDIA TENSION	177.056.585 ₡
SUBTOTAL	1.580.107.469 ₡
IMPREVISTOS	79.005.373 ₡
TOTAL	1.659.112.842 ₡
	213.803 USD

Figura 11: Presupuesto total.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIÓN

A lo largo de este trabajo, hemos profundizado en la importancia de diseñar instalaciones eléctricas que cumplen con las reglamentaciones vigentes. Hemos analizado cómo una instalación eléctrica segura y de alta calidad no solo optimiza la eficiencia energética, sino que también protege a las personas y sus bienes materiales.

Es importante destacar que la propuesta presentada se basó en el proyecto civil desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Civil de la FCYT-UNCA mencionados en el antecedente. Cualquier modificación al mismo debe de estar acompañado de un nuevo análisis eléctrico para evitar alteraciones y/o desajustes en los cálculos realizados en este proyecto de fin de grado.

Como parte de este proyecto, se elaboró una lista detallada de los materiales necesarios para implementar las mejoras propuestas. Esta lista incluye todos los componentes y equipos requeridos, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad.

Además, se preparó un presupuesto estimando los costos asociados con la adquisición de materiales y mano de obra. Este presupuesto ofrece información necesaria para llevar a cabo las mejoras propuestas en la instalación eléctrica. Estos elementos son esenciales para la planificación y ejecución exitosa del proyecto, permitiendo una gestión eficiente de los recursos y asegurando que el proyecto se complete dentro de los límites de costos previstos.

Con los resultados obtenidos, se concluye que la ejecución de la propuesta de mejora presentada en este proyecto final de grado es técnicamente viable.

6.2 RECOMENDACIONES

- El proyecto civil debe modificarse para reubicar el depósito de limpieza de la planta baja detrás de la columna montante. De esta manera, se podrá utilizar el espacio liberado para instalar el tablero general y principal de la instalación, acercándolo al transformador.
- También es necesario incluir un espacio para las baterías del sistema fotovoltaico. Este espacio debe diseñarse con buena ventilación, aislamiento térmico y, en lo posible, estar protegido del sol para mantener la temperatura interior entre 20 y 25 grados. Debe tener como mínimo 12.8mx2.5m el espacio interior.
- Se puede considerar aumentar la carga que alimentará el sistema fotovoltaico, ya sea añadiendo más criterios para identificar las zonas críticas o modificando el enfoque de la instalación.
- Realizar el análisis económico de la propuesta presentada en este Proyecto Final de Grado antes de implementarla.
- Finalmente, se recomienda a los futuros estudiantes que profundicen en el tema y exploren la posibilidad de aplicar la misma metodología de análisis con problemas similares a la planteada en este proyecto de fin de grado.

VII-BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. L. BENJUMEA, *Desarrollo de proyecto ejecutivo de las instalaciones de un edificio destinado a una universidad*, Barcelona, 2012.
- [2] M. A. PATERMINA, L. C. O. VILLALBA, J. L. I. NUÑEZ y R. A. LÓPEZ, *Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares*, 2022.
- [3] M. F. LEIVA AGUILERA, *Elaboración del Proyecto Ejecutivo de la Instalación Eléctrica del futuro edificio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicado en la ciudad de Coronel Oviedo*, Coronel Oviedo, 2023.
- [4] G. S. A. Castejon, *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*, Madrid: Editex, 2010.
- [5] J. C. P. ÁLVAREZ, *Guía Para El Dimensionamiento De Sistemas Solares Fotovoltaicos Conectados Y Aplicación De La Resolución CREG 030 De 2018 Para Inyectar Excedentes De Energía A La Red*, Medellín: Universidad de Ingeniería de Antioquia, 2009.
- [6] C. I. d. Iluminación, CIE 14-2000 ILUMINACIÓN, 2000.
- [7] ANDE, *Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*, Asuncion, 1971.
- [8] M. G. BARRIOS MARECOS y G. F. C. ARIEL, *PROYECTO EJECUTIVO “CONSTRUCCIÓN DEL RECTORADO PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ”*, Coronel Oviedo: FCYT-UNCA, 2024.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA Y NORMALIZACIÓN, *Instalaciones Eléctricas*, Asunción, 2016.
- [10] ANDE, *Reglamento para instalaciones electricas de Media Tension*, Asuncion, 1975.
- [11] I. N. d. Tecnologia, *Norma Paraguaya NP 2 028 13 Instalaciones Eléctricas*, Asuncion, 2013.
- [12] C. IMPACO.
- [13] ANDE, *Reglamento para isntalaciones electricas de baja tension*, Asuncion.

VIII-APÉNDICE

APÉNDICE A: RESUMEN EJECUTIVO

A.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PROPUESTA

NORMALIZACIÓN	
El proyecto cumple con los requerimientos mínimos mencionados en el RBT-ANDE	Si
El proyecto cumple con los requerimientos mínimos descritos en la NORMA NP 2 028 96 de la INTN	Si

Tabla 59: Análisis normativo del proyecto.

SEGURIDAD	
La instalación cuenta con sistemas de protección contra sobrecarga y cortocircuito adecuados según las normativas utilizadas	Si
La instalación cuenta con sistemas de protección contra contactos indirectos	Si
La instalación cuenta con sistemas de protección contra descargas parciales	Si

Tabla 60: Análisis de nivel de seguridad del proyecto.

COMODIDAD	
Nivel de iluminación adecuada	Si
Mando y control de la instalación intuitiva y bien distribuida	Si
La instalación fue diseñada para la adecuación con la estética presentada en el proyecto arquitectónico	Si

Tabla 61: Análisis de nivel de comodidad del proyecto.

EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Integración de fuente de energía alternativa	Si
Selección de equipos y materiales eficientes	Si

Tabla 62: Análisis de eficiencia energética del proyecto.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	
Integración de fuentes de energía renovables como fuente alternativa	Si

Planificación y diseño de materiales y equipos con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y la contaminación visual	Si
Reducción de emisiones	Si

Tabla 63: Análisis de sostenibilidad ambiental del proyecto.

CALIDAD DE LA ENERGÍA	
Distribución adecuada de las cargas entre fases	Si
La instalación cuenta con un sistema de compensación reactiva	Si

Tabla 64: Análisis de la calidad energética del proyecto.

AHORRO ENERGÉTICO	
Utilización de la fuente alternativa en conjunto con la fuente de energía convencional	Si
Reducción de pérdidas	Si

Tabla 65: Análisis de ahorro energético del proyecto.

ANÁLISIS GENERAL	
CRITERIOS	RESULTADOS
Normalización	Cumple
Seguridad	Cumple
Comodidad	Cumple
Eficiencia energética	Cumple
Sostenibilidad ambiental	Cumple
Calidad de la energía	Cumple
Ahorro energético	Cumple

Tabla 66: Análisis técnico del proyecto.

APÉNDICE B: INGENIERÍA DE DISEÑO

B.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

B.1.1 GSA REPORT

GLOBAL SOLAR ATLAS BY WORLD BANK GROUP

Coronel Oviedo

-25.499655°, -056.458852°
 unnamed road, Coronel Oviedo, Caaguazú, Paraguay
 Time zone: UTC-04, America/Asuncion [PYT]

Report generated: 8 Aug 2024

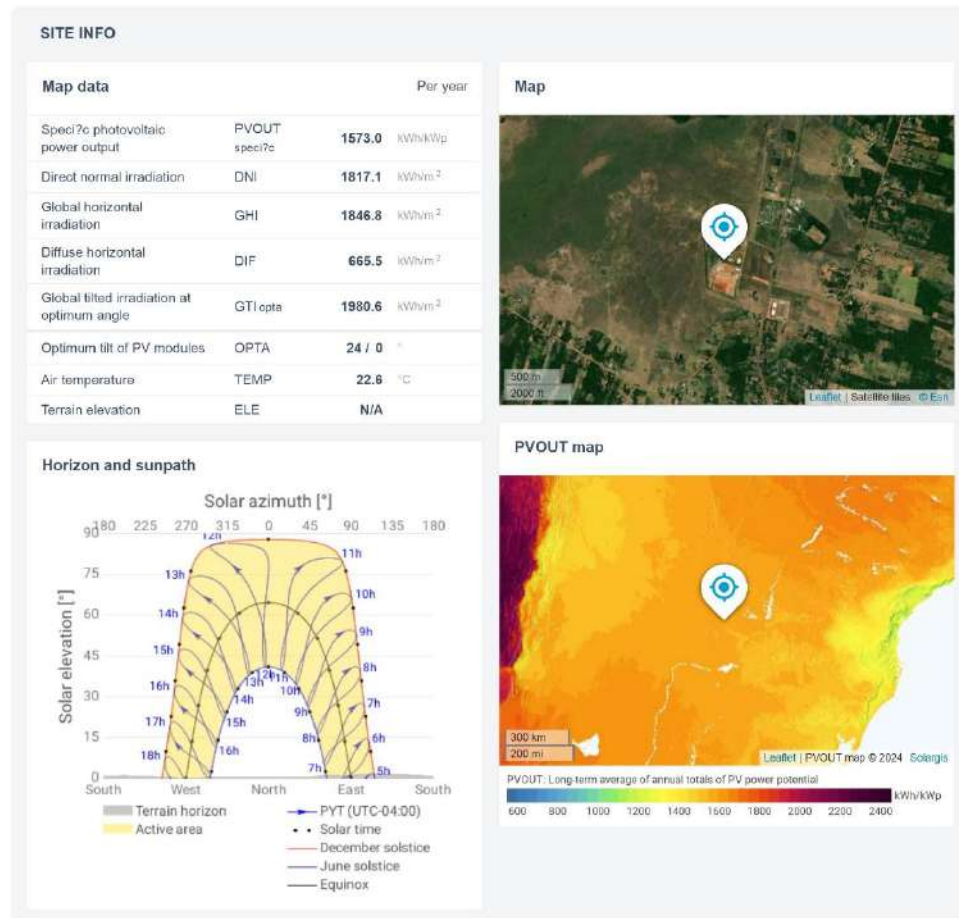


Figura 12: Página 1 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.

GLOBAL SOLAR ATLAS
 BY WORLD BANK GROUP



Figura 13: Página 2 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

GLOSSARY

Acronym	Full name	Unit	Type of use
DIF	Diffuse horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of diffuse horizontal irradiation (© 2024 Solargis)
DNI	Direct normal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of direct normal irradiation (© 2024 Solargis)
ELE	Terrain elevation	m, ft	Elevation of terrain surface above/below sea level, processed and integrated from SRTM-3 data and related data products (SRTM v4.1 © 2004 - 2024, CGIAR-CS)
GHI	Global horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global horizontal irradiation (© 2024 Solargis)
GTI	Global tilted irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation (© 2024 Solargis)
GTI_opta	Global tilted irradiation at optimum angle	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation for PV modules ?x-mounted at optimum angle (© 2024 Solargis)
OPTA	Optimum tilt of PV modules	°	Optimum tilt of ?x-mounted PV modules facing towards Equator set for maximizing GTI input (© 2024 Solargis)
PVOUT_total	Total photovoltaic power output	kWh, MWh, GWh	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by the total installed capacity of a PV system (© 2024 Solargis)
PVOUT_speci?c	Specific photovoltaic power output	kWh/kWp	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by a PV system and normalized to 1 kWp of installed capacity (© 2024 Solargis)
TEMP	Air temperature	°C, °F	Average yearly, monthly and daily air temperature at 2 m above ground. Calculated from outputs of ERA5 model (© 2024 ECMWF, post-processed by Solargis)

ABOUT

This pdf report (the "Work") is automatically generated from the Global Solar Atlas online app (<https://globalsolaratlas.info/>), prepared by Solargis under contract to The World Bank, based on a solar resource database that Solargis owns and maintains. It provides the estimated solar resource, air temperature data and potential solar power output for the selected location and input parameters of a photovoltaic (PV) power system.

Copyright © 2024 The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA

The World Bank, comprising the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) and the International Development Association (IDA), is the commissioning agent and copyright holder for this Work, acting on behalf of The World Bank Group. The Work is licensed by The World Bank under a Creative Commons Attribution license (CC BY 4.0 IGO) with a mandatory and binding addition (please refer to the GSA website for full terms and conditions of use <https://globalsolaratlas.info/support/terms-of-use>).

The World Bank Group disclaims all warranties of any kind related to the provision of the Work.

The Work is made available solely for general information purposes. Neither the World Bank, Solargis nor any of its partners and affiliates hold the responsibility for the accuracy and/or completeness of the data and shall not be liable for any errors, or omissions. It is strongly advised that the Work be limited to use in informing policy discussions on the subject, and/or in creating services that better educate relevant persons on the viability of solar development in areas of interest. As such, neither the World Bank nor any of its partners on the Global Solar Atlas project will be liable for any damages relating to the use of the Work for financial commitments or any similar use cases. Solargis has done its utmost to make an assessment of solar climate conditions based on the best available data, software, and knowledge.

Sources: Solar database and PV software © 2024 Solargis

Figura 14: Página 3 del informe de niveles de irradiación extraído del GSA.

B.1.2 UBICACIÓN DE LA LÍNEA MT MÁS CERCANA A LA FUTURA CONSTRUCCIÓN



MARCADOR DE LAS ESTRUCTURAS MT EXISTENTES



Figura 15: Ubicación de las estructuras MT más cercanas al sector designado para la construcción del futuro edificio.

B.2 CÁLCULOS DE SISTEMA DE PUESTA TIERRA

Se realizaron las mediciones correspondientes y se obtuvieron los siguientes resultados:

ρ_a : 140.9 Ω (con tensión superficial 0.2 a una distancia de 8 y 16 metros)

Fueron seleccionadas 4 jabalinas de 5/8" de 2.4 m de longitud y conductor de 35mm² para la malla cuadrada.

Dimensión de la Malla de Puesta a Tierra: (5m x 5m) = 25m²

l: 2.4 m (longitud de una jabalina)

r: 5/8"/2 \leftrightarrow 0.015875/2 = 0.007938 m (radio de grosor de jabalina)

Primero calculamos la resistencia para una jabalina, obteniendo los siguientes valores:

$$R_1 = \frac{\rho_a}{2\pi l} \left| \ln\left(\frac{4 \times l}{r}\right) - 1 \right|$$

$$R_1 = \frac{140.9}{2\pi \cdot 2.4} \left| \ln\left(\frac{4 \times 2.4}{0.007938}\right) - 1 \right|$$

$$R_1 = 56.78 \Omega$$

Para 4 jabalinas según la tabla 54 $k_1=1.4139$

$$kn = \frac{k_1}{n} \qquad kn = \frac{1.4139}{4}$$

$$kn = 0.353475 \qquad R_n = kn \times R_1$$

$$R_n = 0.3535 \times 56.78 \qquad R_n = 20.07 \Omega$$

Posteriormente, se calcula la resistencia de aterramiento.

$$R_a = \frac{\rho_a}{\pi \times l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{\sqrt{r \cdot h}}\right) + k_1 \times \frac{l_c}{\sqrt{A}} - R_n \right]$$

Donde:

$$l_c = 20 \text{ m}$$

$$r = 0,007938 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$k_1 = 1,34$$

$$R_n = 20.9$$

$$R_a = \frac{140.9}{\pi \times 20} \left[\ln\left(\frac{2 \times 20}{\sqrt{0,007938 \cdot 0,6}}\right) + 1,34 \times \frac{20}{\sqrt{25}} - 20.9 \right] = -20.58 \Omega$$

La resistencia no puede salir negativa. Se procede a modificar la cantidad de jabalinas y con ella el área total del sistema.

Para 6 jabalinas según la tabla 54 $k_1=1.567$

Dimensión de la Malla de Puesta a Tierra: (5m x 10m) = 50m²

$$\begin{aligned} kn &= \frac{k_1}{n} & R_n &= kn \times R_1 \\ kn &= \frac{1.567}{6} & R_n &= 0.261 \times 56.78 \\ kn &= 0.261 & R_n &= 14.82 \Omega \end{aligned}$$

Posteriormente, se calcula la resistencia de aterramiento.

$$R_a = \frac{\rho_a}{\pi \times l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{\sqrt{r \cdot h}}\right) + k_1 \times \frac{l_c}{\sqrt{A}} - R_n \right]$$

Donde:

$$l_c = 30 \text{ m}$$

$$r = 0,007938 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$k_1 = 1.567$$

$$R_n = 14.82 \Omega$$

$$R_a = \frac{140.9}{\pi \times 30} \left[\ln\left(\frac{2 \times 30}{\sqrt{0,007938 \cdot 0.6}}\right) + 1.567 \times \frac{30}{\sqrt{50}} - 14.82 \right] = -2.098 \Omega$$

La resistencia sigue siendo negativa. Se procede al aumento de la cantidad de jabalinas.

Para 8 jabalinas según la tabla 54 $k_1=1.6756$

Dimensión de la Malla de Puesta a Tierra: $(5m \times 15m) = 75m^2$

$$\begin{aligned} kn &= \frac{k_1}{n} & R_n &= kn \times R_1 \\ kn &= \frac{1.6756}{8} & R_n &= 0.2095 \times 56.78 \\ kn &= 0.2095 & R_n &= 11.89 \Omega \end{aligned}$$

Posteriormente, se calcula la resistencia de aterramiento.

$$R_a = \frac{\rho_a}{\pi \times l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{\sqrt{r \cdot h}}\right) + k_1 \times \frac{l_c}{\sqrt{A}} - R_n \right]$$

Donde:

$$l_c = 40 \text{ m}$$

$$r = 0,007938 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$k_1 = 1.6756$$

$$R_n = 11.89 \Omega$$

$$R_a = \frac{140.9}{\pi \times 40} \left[\ln\left(\frac{2 \times 40}{\sqrt{0,007938 \cdot 0.6}}\right) + 1.6756 \times \frac{40}{\sqrt{75}} - 11.89 \right] = 3.26 \Omega$$

Con esto ya tenemos un valor adecuado de la resistencia.

Seguidamente se calcula la resistencia mutua entre las jabalinas

$$R_m = \frac{\rho_a}{\pi l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{l_e}\right) + k_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - R_n + 1 \right]$$

Donde:

l_e = longitud total de las jabalinas

$$R_m = \frac{140.9}{\pi \cdot 40} \left[\ln\left(\frac{2 \times 40}{19.2}\right) + 1.6756 \frac{40}{\sqrt{75}} - 11.89 + 1 \right] = -1.93 \Omega$$

De nuevo tenemos una resistencia negativa a lo que se procede a aumentar de nuevo la cantidad de jabalinas.

Para 9 jabalinas según la tabla 54 $k_1=1.7201$

Dimensión de la Malla de Puesta a Tierra: (10mx10m) = $100m^2$

$$\begin{aligned} kn &= \frac{k_1}{n} & R_n &= kn \times R_1 \\ kn &= \frac{1.7201}{9} & R_n &= 0.191 \times 56.78 \\ kn &= 0.191 & R_n &= 10.85 \Omega \end{aligned}$$

Posteriormente, se calcula la resistencia de aterramiento.

$$R_a = \frac{\rho_a}{\pi \times l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{\sqrt{r \cdot h}}\right) + k_1 \times \frac{l_c}{\sqrt{A}} - R_n \right]$$

Donde:

$l_c = 60$ m

$r = 0,007938$ m

$h = 0,60$ m

$k_1 = 1.7201$

$R_n = 10.85 \Omega$

$$R_a = \frac{140.9}{\pi \times 60} \left[\ln\left(\frac{2 \times 60}{\sqrt{0,007938 \cdot 0.6}}\right) + 1.7201 \times \frac{60}{\sqrt{100}} - 10.85 \right] = 5.18 \Omega$$

Seguidamente se calcula la resistencia mutua entre las jabalinas

$$R_m = \frac{\rho_a}{\pi l_c} \left[\ln\left(\frac{2 \times l_c}{l_e}\right) + k_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - R_n + 1 \right]$$

Donde:

l_e = longitud total de las jabalinas

$$R_m = \frac{140.9}{\pi \cdot 60} \left[\ln\left(\frac{2 \times 60}{21.6}\right) + 1.7201 \frac{60}{\sqrt{100}} - 10.85 + 1 \right] = 1.63 \Omega$$

Con esto ya cumple el valor de las resistencias.

Finalmente se procede a calcular la resistencia total de las jabalinas:

$$R_T = \frac{R_a \times R_n - R_m^2}{R_a + R_n - 2 \times R_m}$$

$$R_T = \frac{5.18 \times 10.85 - 1.63^2}{5.18 + 10.85 - 2 \times 1.63} = 4.19 \Omega$$

Con este último cálculo se logra verificar que la malla seleccionada cumple con las condiciones necesarias ya que según [7] y [9] tiene que ser inferior a 10 ohmios.

B.3 CÁLCULO DE POTENCIA INSTALADA

B.3.1 TABLEROS SECCIONALES PLANTA BAJA

TS-1		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas del kitchenette y sala de entrevistas	1600
2	Aire acondicionado de la sala de entrevistas	3000
3	Luces con alimentación auxiliar	180
4	Tomas de la sala CSU	1800
5	Aire 1 de la sala del CSU	3000
6	Aire 2 de la sala del CSU	3000
7	Luces y tomas de la sala TH	1100
8	Aire de la sala TH	4500
9	Luces y tomas de la portería	1500
10	Aire 1 portería	1500
11	Aire 2 portería	1500
TOTAL		22680 W

Tabla 67: Cálculo de la potencia instalada del TS-1.

TS-2		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de DP y AJ	1800
2	Aire de la sala DP	4500
3	Aire de la sala AJ	3000
4	Luces y tomas recepción	700
5	Luces y tomas de la sala CGP	1000
6	Aire de la sala CGP	3000
TOTAL		14000 W

Tabla 68: Cálculo de la potencia instalada del TS-2.

TS-3		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Tomas de la sala AI	900
2	Aire de la sala AI	3000

3	Toma especial sistema de seguridad	600
4	Luces con alimentación auxiliar	180
5	Luces y tomas de la sala BE y A	1500
6	Aire de la sala BE	3000
7	Aire de la sala A	6000
TOTAL		15180 W

Tabla 69: Cálculo de la potencia instalada del TS-3.

TS-4		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de los baños	1000
2	Luces y tomas de la cocina y el comedor	1500
3	Toma especial 1 de la cocina	5000
4	Toma especial 2 de la cocina	5000
5	Toma especial 3 de la cocina	5000
6	Toma especial 4 de la cocina	5000
7	Toma especial 5 de la cocina	5000
8	Toma especial 6 de la cocina	5000
9	Aire comedor	7500
10	Luces y tomas del QyF	2000
11	Aire del quincho	4500
12	Aire del Formacap	3000
13	Luces pasillo central	500
14	Luces del patio central	500
15	Toma especial trifásica 1 cocina	5000
16	Toma especial trifásica 2 cocina	5000
TOTAL		60500 W

Tabla 70: Cálculo de la potencia instalada del TS-4.

TS-5		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas del pasillo recepción 2	1000
2	Luces auditorio 1	500
3	Luces auditorio 2	500
4	Tomas del auditorio	1500
5	Toma especial 1 auditorio	5000
6	Toma especial 2 auditorio	5000
7	Toma auxiliar	600
8	Aire 1 auditorio	10000

9	Aire 2 auditorio	10000
10	Aire 3 auditorio	10000
11	Aire 4 auditorio	10000
TOTAL		54100 W

Tabla 71: Cálculo de la potencia instalada del TS-5.

B.3.2 TABLEROS SECCIONALES PRIMER PISO

TS-6		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de la pieza 1	1000
2	Luces y tomas de la pieza 2 y 3	1800
3	Aire pieza 1	3000
4	Aire pieza 2	3000
5	Aire pieza 3	3000
6	Tomas de la sala TI y MECIP	2200
7	Luces con alimentación auxiliar	200
8	Aire MECIP	4500
9	Aire TI	4500
10	Toma especial SI	2200
11	Toma auxiliar	600
TOTAL		26000 W

Tabla 72: Cálculo de la potencia instalada del TS-6.

TS-7		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas pieza 4	1300
2	Aire 1 pieza 4	3000
3	Aire 2 pieza 4	3000
4	Luces y tomas pieza 5	1300
5	Aire pieza 5	4500
6	Luces y tomas pieza 6	1100
7	Aire pieza 6	3000
8	Luces y tomas pieza 7	1000
9	Aire pieza 7	3000
TOTAL		21200 W

Tabla 73: Cálculo de la potencia instalada del TS-7.

TS-8		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de la pieza 8 y 9	1300

2	Aire pieza 8	4500
3	Aire pieza 9	3000
4	Luces y tomas de la pieza 10 y 11	1800
5	Aire pieza 10	3000
6	Aire pieza 11	4500
TOTAL		18100 W

Tabla 74: Cálculo de la potencia instalada del TS-8.

TS-9		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas del baño	500
2	Luces y tomas de la pieza 12 y 13	1900
3	Aire pieza 12	4500
4	Aire pieza 13	3000
5	Luces y tomas de la pieza 14 y 15	1900
6	Aire pieza 14	4500
7	Aire pieza 15	3000
8	Luces pasillo central	400
TOTAL		19700 W

Tabla 75: Cálculo de la potencia instalada del TS-9.

B.3.3 TABLEROS SECCIONALES SEGUNDO PISO

TS-10		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de la pieza 16 y 17	1500
2	Aire pieza 16	3000
3	Aire pieza 17	1500
4	Luces y tomas de la pieza 18 y 19	2200
5	Aire 1 pieza 18	3000
6	Aire 2 pieza 18	3000
7	Aire pieza 19	1500
8	Luces y tomas pieza 20	1500
9	Aire 1 pieza 20	3000
10	Aire 2 pieza 20	3000
TOTAL		23200 W

Tabla 76: Cálculo de la potencia instalada del TS-10.

TS-11		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de la pieza 21	1300

2	Aire pieza 21	3000
3	Luces y tomas pieza 22	1600
4	Aire pieza 22	4500
5	Luces y tomas del baño	600
TOTAL		11000 W

Tabla 77: Cálculo de la potencia instalada del TS-11.

TS-12		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas de la pieza 23 y 24	2100
2	Aire pieza 23	3000
3	Aire pieza 24	3000
4	Luces y tomas de la pieza 25 y 26	1700
5	Aire de la pieza 25	3000
6	Aire de la pieza 26	3000
TOTAL		15800 W

Tabla 78: Cálculo de la potencia instalada del TS-12.

TS-13		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Tomas de la biblioteca	1800
2	Luces de la biblioteca	180
3	Aire 1 biblioteca	4500
4	Aire 2 biblioteca	4500
5	Luces y tomas pieza 27	1500
6	Aire 1 pieza 27	3000
7	Aire 2 pieza 27	3000
8	Luces y tomas pieza 28	1300
9	Aire pieza 28	4500
10	Luces pasillo	400
TOTAL		24680 W

Tabla 79: Cálculo de la potencia instalada del TS-13.

B.3.4 TABLEROS SECCIONALES AZOTEA

TS-14		
# CTO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)
1	Luces y tomas azotea y escalera principal	700
2	Motor del ascensor	37300
TOTAL		38000 W

Tabla 80: Cálculo de la potencia instalada del TS-14.

B.2.5 TABLERO GENERAL Y PRINCIPAL

TABLERO	POTENCIA (W)
TS-1	22680
TS-2	14000
TS-3	15180
TS-4	60500
TS-5	54100
TS-6	26000
TS-7	21200
TS-8	18100
TS-9	19700
TS-10	23200
TS-11	11000
TS-12	15800
TS-13	24680
TS-14	38000
TOTAL	364140 W

Tabla 81: Cálculo de la potencia instalada del futuro edificio.

B.4 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

B.4.1 CONTRA SOBRECARGA Y CORTOCIRCUITO

Tablero general y principal

$$P = 425000 \text{ W}$$

$$F_p = 0.92$$

$$V = 380 \text{ v}$$

$$I_N = \frac{425000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ v} \times 0,92}$$

$$I_N = 701.87 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en el tablero general y la principal sería de R(450-1000) A regulada a 3x720 A.

Tableros seccionales

TS-1

$$P = 22680 \text{ W}$$

$$F_p = 0.86$$

$$V = 380 \text{ v}$$

$$I_N = \frac{22680 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ v} \times 0,86}$$

$$I_N = 40.07 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x50 A.

TS-2

$$P = 14000 \text{ W}$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380 \text{ v}$$

$$I_N = \frac{14000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ v} \times 0,85}$$

$$I_N = 25.02 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x32 A.

TS-3

$$P= 15180 \text{ W}$$
$$F_p= 0.88$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{15180 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,88}$$
$$I_N = 26.21 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x32 A.

TS-4

$$P= 60500 \text{ W}$$
$$F_p= 0.864$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{60500 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,864}$$
$$I_N = 106.39 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x125 A.

TS-5

$$P= 54100 \text{ W}$$
$$F_p= 0.87$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{54100 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,87}$$
$$I_N = 94.48 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x100 A.

TS-6

$$P= 26000 \text{ W}$$
$$F_p= 0.86$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{26000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,86}$$
$$I_N = 45.93 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x50 A.

TS-7

$$P= 21200 \text{ W}$$
$$F_p= 0.85$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{21200 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,85}$$
$$I_N = 37.84 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x40 A.

TS-8

$$P= 18100 \text{ W}$$
$$F_p= 0.85$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{18100 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,85}$$
$$I_N = 32.35 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x40 A.

TS-9

$$P= 19700 \text{ W}$$
$$F_p= 0.864$$
$$V= 380\text{v}$$

$$I_N = \frac{19700 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,864}$$
$$I_N = 34.64 \text{ A}$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x40 A.

TS-10

$$P= 23200 \text{ W}$$
$$F_p= 0.85$$

$$I_N = \frac{23200 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,85}$$

$$V = 380v$$

$$I_N = 41.47 A$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x50 A.

TS-11

$$P = 11000 W$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{11000 W}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 19.66 A$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x20 A.

TS-12

$$P = 15800 W$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{15800 W}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 28.24 A$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x32 A.

TS-13

$$P = 24680 W$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{24680 W}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 44.11 A$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x50 A.

TS-14

$$P = 38000 W$$

$$F_p = 0.825$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{38000 W}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,825}$$
$$I_N = 69.98 A$$

Por tanto, la protección que se va a utilizar en este tablero es de 3x85 A.

Distribución por circuitos

TS-1

Circuito 1

$$P = 1600w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1600w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.56 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P = 180w$$

$$F_p = 0.96$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{180w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 0.96 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 4

$P = 1800\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{1800\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 9.62 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$P = 3000\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{3000\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 6

$P = 3000\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{3000\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04\text{A}$$

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 7

$P = 1100\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{V}$

$$I_N = \frac{1100\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 5.88 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 8

$P = 4500\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 380\text{v}$

$$I_N = \frac{4500\text{w}}{\sqrt{3} \times 380\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 \text{ A}$$

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 9.25 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 9

$P = 1500\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{1500\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 8.01 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 10

$P = 1500\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{1500\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 8.01 \text{ A}$$

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 8.01 \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 9.21 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 11

$P = 1500\text{w}$
 $F_p = 0.85$
 $V = 220\text{v}$

$$I_N = \frac{1500\text{w}}{220\text{v} \times 0,85}$$

$$I_N = 8.01 \text{ A}$$

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 8.01 \times 1,15$$

$$I_{\text{Pico}} = 9.21 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

TS-2

Circuito 1

$$P= 1800w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1800w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 9.62 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 4500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 3

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 4

$$P= 700w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{700w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 3.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P= 1000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 5.35 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 6

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

TS-3

Circuito 1

$$P= 900w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{900w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 4.81 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P= 600w$$
$$Fp= 0.96$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{600w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 2.84 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 4

$$P= 180w$$

$$Fp= 0.96$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{180w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 0.96 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P= 1500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0.85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 6

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$
$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 7

$$P= 6000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{6000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 10.72 A$$
$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 10.72 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 12.33 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x16A.

TS-4

Circuito 1

$$P= 1000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 5.35 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 1500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 3

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 4

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 5

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$

$$V= 220v$$

$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 6

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 7

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 8

$$P= 5000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 9

$$P= 7500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{7500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 13.41 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 13,41 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 15.42 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x16A.

Circuito 10

$$P= 2000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{2000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 10.7 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 11

$$P= 4500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 12

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 13

$$P= 500w$$

$$Fp= 0.96$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{500w}{220v \times 0,96}$$

$$I_N = 2.37 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 14

$$P= 500w$$
$$Fp= 0.96$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{500w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 2.37 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 15

$$P= 5000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{5000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.94 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 16

$$P= 5000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{5000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.94 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

TS-5

Circuito 1

$$P= 1000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 5.35 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 500w$$
$$Fp= 0.96$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{500w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 2.37 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 3

$$P= 500w$$
$$Fp= 0.96$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{500w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 2.37 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 4

$$P= 1500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P= 5000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 6

$$P= 5000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{5000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 26.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 32A.

Circuito 7

P= 600w
Fp= 0.85
V= 220v

$$I_N = \frac{600w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 3.21 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 8

P= 10000w
Fp= 0.85
V= 380v

$$I_N = \frac{10000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 17.87 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 17.87 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 20.55 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x25A.

Circuito 9

P= 10000w
Fp= 0.85
V= 380v

$$I_N = \frac{10000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 17.87 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 17.87 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 20.55 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x25A.

Circuito 10

P= 10000w
Fp= 0.85
V= 380v

$$I_N = \frac{10000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 17.87 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 17.87 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 20.55 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x25A.

Circuito 11

P= 10000w
Fp= 0.85
V= 380v

$$I_N = \frac{10000w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 17.87 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 17.87 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 20.55 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x25A.

TS-6

Circuito 1

P= 1000w
Fp= 0.85
V= 220v

$$I_N = \frac{1000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 5.35 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

P= 1800w
Fp= 0.85
V= 220v

$$I_N = \frac{1800w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 9.62 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 3

P= 3000w
Fp= 0.85
V= 220v

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 4

P= 3000w
Fp= 0.85

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$V = 220v$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 5

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 6

$$P = 2200w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{2200w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 11.76 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 7

$$P = 200w$$

$$F_p = 0.96$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{200w}{220v \times 0,96}$$

$$I_N = 0.96 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 8

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 9

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 10

$$P = 2200w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{2200w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 11.76 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 11

$$P = 600w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{600w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 3.21 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

TS-7

Circuito 1

$$P = 1300w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1300w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 6.95 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 4

$$P= 1300w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1300w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 6.95 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P= 4500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 6

$$P= 1100w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1100w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 5.88 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 7

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 8

$$P= 1000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 5.35 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 9

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

TS-8

Circuito 1

$$P= 1300w$$

$$Fp= 0.85$$

$$I_N = \frac{1300w}{220v \times 0,85}$$

$$V = 220v$$

$$I_N = 6.95 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 3

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 4

$$P = 1800w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1800w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 9.62 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 6

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

TS-9

Circuito 1

$$P = 500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 2.67 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P = 1900w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1900w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 10.16 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 3

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 4

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 5

$$P= 1900w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1900w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 10.16 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 6

$$P= 4500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 7

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 8

$$P= 400w$$
$$Fp= 0.96$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{400w}{220v \times 0,96}$$
$$I_N = 2.14 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

TS-10

Circuito 1

$$P= 1500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P= 1500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 8.01 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 9.21 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 4

$$P= 2200w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{2200w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 11.76 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 5

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 6

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 7

$$P= 1500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 8.01 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 9.21 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 8

$$P= 4500w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 9

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 10

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

TS-11

Circuito 1

$$P= 1300w$$
$$Fp= 0.85$$
$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1300w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 6.95 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 3000w$$
$$Fp= 0.85$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$
$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$V = 220v$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P = 1600w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1600w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.56 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 4

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 5

$$P = 600w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{600w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 3.21 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

TS-12

Circuito 1

$$P = 2100w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{2100w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 11.23 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 16A.

Circuito 2

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 3

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 4

$$P = 1700w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{1700w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 9.09 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 5

$$P = 3000w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 \text{ A}$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 \text{ A}$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 6

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

TS-13

Circuito 1

$$P= 1800w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1800w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 9.62 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P= 180w$$

$$Fp= 0.96$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{180w}{220v \times 0,96}$$

$$I_N = 0.96 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 3

$$P= 4500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 4

$$P= 4500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 5

$$P= 1500w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{1500w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 8.01 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 6

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 7

$$P= 3000w$$

$$Fp= 0.85$$

$$V= 220v$$

$$I_N = \frac{3000w}{220v \times 0,85}$$

$$I_N = 16.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 16.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 18.45 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 20A.

Circuito 8

$$P= 1300w$$

$$Fp= 0.85$$

$$I_N = \frac{1300w}{220v \times 0,85}$$

$$V = 220v$$

$$I_N = 6.95 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 9

$$P = 4500w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{4500w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 8.04 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 8.04 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 9.25 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x10A.

Circuito 10

$$P = 400w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{400w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 2.14 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

TS-14

Circuito 1

$$P = 700w$$

$$F_p = 0.85$$

$$V = 220v$$

$$I_N = \frac{700w}{220v \times 0,85}$$
$$I_N = 3.74 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 10A.

Circuito 2

$$P = 37300w$$

$$F_p = 0.8$$

$$V = 380v$$

$$I_N = \frac{37300w}{\sqrt{3} \times 380v \times 0,85}$$
$$I_N = 66.67 A$$

$$I_{Pico} = I_N \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 66.67 \times 1,15$$

$$I_{Pico} = 76.67 A$$

La protección que será utilizado en este circuito es de 3x85A.

B.4.2 CONTRA SOBRETENSIONES

Los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) no son obligatorios según la referencia [7], ya que la tensión de suministro está regulada para mantenerse dentro de un rango de $\pm 10\%$. Si se produce una variación fuera de este rango, la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) es responsable de compensar cualquier daño resultante. Además, según la referencia [6], el uso de DPS a nivel residencial se recomienda principalmente en áreas con alta densidad de tormentas eléctricas, donde la probabilidad de sobretensiones es mayor.

Y según datos de la DINAC:

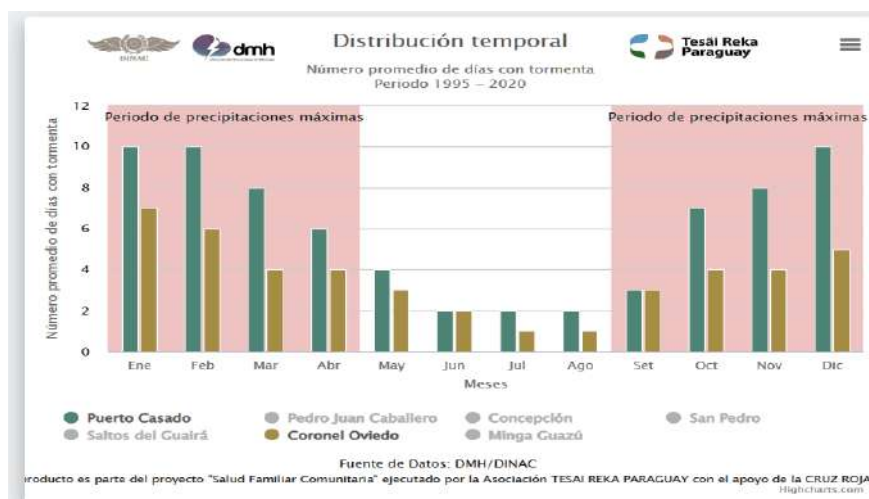


Figura 16: Informe cantidad de tormentas de la DINAC.

Por lo tanto, no se necesita protecciones contra sobretensiones transitorias en baja tensión.

B.4.3 CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

De acuerdo con las normativas [7] y la [9], se deben utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30mA o menos, ya que proporcionan una protección eficaz contra descargas eléctricas, manteniéndose por debajo del umbral peligroso para las personas. Estos interruptores se seleccionan considerando el calibre de los interruptores termomagnéticos, lo que permite su integración en los sistemas eléctricos existentes sin necesidad de modificaciones adicionales.

En este proyecto, los interruptores diferenciales se instalan específicamente para circuitos con cargas distribuidas, que se agrupan y alimentan mediante una barra secundaria en el mismo tablero. Las cargas puntuales ya están conectadas a tierra, lo cual es común en instalaciones residenciales y comerciales. Estos dispositivos pueden desconectar rápidamente el grupo de circuitos al detectar cualquier anomalía en la corriente, evitando posibles accidentes y garantizando la seguridad de los usuarios y de la instalación eléctrica en general. Para determinar el calibre de los interruptores diferenciales, se suma la corriente de protección de cada uno de los circuitos que forman parte de ese grupo.

A continuación, se realizan los cálculos en cada tablero seccional:

TS-1

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X63A

3	10A	
4	10A	
7	10A	
9	10A	
CORRIENTE TOTAL	50A	

Tabla 82: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-1.

TS-2

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
4	10A	
5	10A	
CORRIENTE TOTAL	30A	

Tabla 83: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-2.

TS-3

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
4	10A	
5	10A	
CORRIENTE TOTAL	30A	

Tabla 84: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-3.

TS-4

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X63A
2	10A	
10	16A	
13	10A	
14	10A	
CORRIENTE TOTAL	56A	

Tabla 85: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-4.

TS-5

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
2	10A	
3	10A	

4	10A	
CORRIENTE TOTAL	40A	

Tabla 86: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-5.

TS-6

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X63A
2	10A	
6	16A	
7	10A	
CORRIENTE TOTAL	46A	

Tabla 87: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-6.

TS-7

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
4	10A	
6	10A	
8	10A	
CORRIENTE TOTAL	40A	

Tabla 88: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-7.

TS-8

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X25A
4	10A	
CORRIENTE TOTAL	20A	

Tabla 89: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-8.

TS-9

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X63A
2	16A	
5	16A	
8	10A	
CORRIENTE TOTAL	52A	

Tabla 90: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-9.

TS-10

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
4	16A	
8	10A	
CORRIENTE TOTAL	36A	

Tabla 91: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-10.

TS-11

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X40A
3	10A	
5	10A	
CORRIENTE TOTAL	30A	

Tabla 92: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-11.

TS-12

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	16A	2X40A
4	10A	
CORRIENTE TOTAL	26A	

Tabla 93: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-12.

TS-13

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X63A
2	10A	
5	10A	
8	10A	
10	10A	
CORRIENTE TOTAL	50A	

Tabla 94: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-13.

TS-14

CIRCUITOS	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	CALIBRE DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
1	10A	2X25A
CORRIENTE TOTAL	10A	

Tabla 95: Cálculo del calibre del interruptor diferencial del TS-14.

B.5 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES

LÍNEA GENERAL Y PRINCIPAL

$$P_{\text{TOTAL}} = 425000 \text{ W}$$

$$I_p:$$

$$\text{Longitud} = 20\text{m}$$

$$e\% = 5\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 425000 \times 20}{58 \times 380^2 \times 5}$$

$$= 20.3 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 25mm^2 , con una corriente admisible de 78 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 78\text{A} < 720\text{A}$$

El conductor de 25mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado y el conductor de 300mm^2 que es la máxima sección disponible en el mercado con 370A tampoco. Por eso se procede a utilizar grupos de conductores por cada fase. Puede utilizarse en paralelo 2 conductores de 300mm^2 que eleva la corriente admisible de 370A a 740A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 740\text{A} > 720\text{A}$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(2 \times 300) + (2 \times 300) \text{ mm}^2$.

LÍNEAS SECCIONALES

TS-1

$$P_{\text{TOTAL}} = 22680 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 50 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 54\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 22680 \times 54}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 3.66\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 25\text{A} < 50\text{A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 56A > 50A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 16) + (1 \times 16) \text{mm}^2$.

TS-2

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 14000 \text{ W} \\ I_p &: 3 \times 32 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 65 \text{ m} \\ e\% &= 4\% \end{aligned} \quad S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{100 \times 14000 \times 65}{58 \times 380^2 \times 4}$$
$$= 2.72 \text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 25A < 32A$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A > 32A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 6) + (1 \times 6) \text{mm}^2$.

TS-3

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 15180 \text{ W} \\ I_p &: 3 \times 32 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 43 \text{ m} \\ e\% &= 4\% \end{aligned} \quad S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{100 \times 15180 \times 43}{58 \times 380^2 \times 4}$$
$$= 1.95 \text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 16A < 32A$$

El conductor de 2mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A > 32A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 6) + (1 \times 6) \text{ mm}^2$.

TS-4

$$P_{TOTAL} = 60500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 125 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 12\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 60500 \times 12}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 2.17\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 18A < 125A$$

El conductor de 2.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 70mm^2 , con una corriente admisible de 148A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 148A > 125A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 70) + (1 \times 70) \text{ mm}^2$.

TS-5

$$P_{TOTAL} = 54100 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 100 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 22\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 54100 \times 22}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 3.55\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 25A < 100A$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 50mm^2 , con una corriente admisible de 116A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 116A > 100A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 50) + (1 \times 50) \text{mm}^2$.

TS-6

$$P_{TOTAL} = 26000 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 50 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 76\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 26000 \times 76}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 5.9\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A < 50A$$

El conductor de 6mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 56A > 50A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 16) + (1 \times 16) \text{mm}^2$.

TS-7

$$P_{TOTAL} = 21200 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 40 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 35\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 21200 \times 35}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 2.21\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 18A < 40A$$

El conductor de 2.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 44A > 40A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 10) + (1 \times 10) \text{mm}^2$.

TS-8

$$P_{TOTAL} = 18100 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 40 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 40\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{100 \times 18100 \times 40}{58 \times 380^2 \times 4}$$
$$= 2.16\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 18A < 40A$$

El conductor de 2.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 44A > 40A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 10) + (1 \times 10) \text{mm}^2$.

TS-9

$$P_{TOTAL} = 19700 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 40 \text{ A}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 18\text{m} \\ e\% &= 4\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} &= \frac{100 \times 19700 \times 18}{58 \times 380^2 \times 4} \\ &= 1.06\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 12\text{A} < 40\text{A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 44\text{A} > 40\text{A}$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 10) + (1 \times 10) \text{mm}^2$.

TS-10

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 23200 \text{ W} \\ I_p &: 3 \times 50 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 87\text{m} \\ e\% &= 4\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{100 \times 23200 \times 87}{58 \times 380^2 \times 4} \\ &= 6.02\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 44\text{A} < 50\text{A}$$

El conductor de 10mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \qquad 56\text{A} > 50\text{A}$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 16) + (1 \times 16) \text{mm}^2$.

TS-11

$$P_{TOTAL} = 11000 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 80 \text{ m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 11000 \times 80}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 2.63 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4 mm^2 , con una corriente admisible de 25 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 25 \text{ A} > 20 \text{ A}$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 4) + (1 \times 4) \text{ mm}^2$.

TS-12

$$P_{TOTAL} = 15800 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 32 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 52 \text{ m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 15800 \times 52}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 2.45 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5 mm^2 , con una corriente admisible de 18 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 18 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 2.5 mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6 mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es $3(1 \times 6) + (1 \times 6) \text{ mm}^2$.

TS-13

$$P_{TOTAL} = 24280 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 50 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 30 \text{ m}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$e\% = 4\% \qquad \qquad \qquad = \frac{100 \times 24280 \times 30}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad = 2.17\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm², con una corriente admisible de 18 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad \qquad 18A < 50A$$

El conductor de 2.5mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm², con una corriente admisible de 56 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad \qquad 56A > 50A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es 3(1x16)+(1x16) mm².

TS-14

$$P_{TOTAL} = 38000 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 85 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 51\text{m}$$

$$e\% = 4\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 38000 \times 51}{58 \times 380^2 \times 4}$$

$$= 5.78\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm², con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad \qquad 36A < 85A$$

El conductor de 6mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 35mm², con una corriente admisible de 96 A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad \qquad 96A > 85A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por tanto, la sección es 3(1x35)+(1x35) mm².

LÍNEAS DISTRIBUIDORAS DE CIRCUITOS

TS-1

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1600 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 20\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1600 \times 20}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.28\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 17\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 17}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.63\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 180 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 12\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} &= \frac{200 \times 180 \times 12}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 0.15\text{mm}^2 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 4:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 1800 \text{ W} \\ I_p &: 10 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 19\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 1800 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 2.44\text{mm}^2 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 3000 \text{ W} \\ I_p &: 20 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 14\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 3000 \times 14}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 2.99\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.06\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 7:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1100 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 25\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1100 \times 25}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.96\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 8:

$$P_{\text{TOTAL}} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 19}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.02\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 12\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 7.92\text{ A} < 10.05\text{ A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56\text{ A} > 10.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 9:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1500\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 46\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 46}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.92\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 36\text{A} > 10\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 23.76\text{A} > 10\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 10:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1500\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 51\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} &= \frac{200 \times 1500 \times 51}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 5.45\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.01 \times 1.25 = 10.01\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 36\text{A} > 10.01\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 23.76\text{ A} > 10.01\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 11:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 1500\text{ W} \\ I_p &: 10\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 42\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 1500 \times 42}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 4.49\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.01 \times 1.25 = 10.01\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 36\text{A} > 10.01\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 23.76\text{ A} > 10.01\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

TS-2

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1800 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 23\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1800 \times 23}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.95\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 18\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 18}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 0.97\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 10.5\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 6.93 \text{ A} < 10.05 \text{ A}$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 10.56 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 13\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 13}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.78\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 16.5\text{ A} < 20.05\text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76\text{ A} > 20.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{\text{TOTAL}} = 700\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 11\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 700 \times 11}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.55\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1000\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 21\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1000 \times 21}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.78\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 6:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 29\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 6.2\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04\text{A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

TS-3

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 900 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 11\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 900 \times 11}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.71\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 8\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 8}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.71\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito

con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 16A < 20.05A$$

El conductor de 2mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 25A > 20.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 16.5 A < 20.05 A$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 A > 20.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 600 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 13\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 600 \times 13}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.56\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 10.5A > 10A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 6.93 A < 10 A$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 10.56 A > 10 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 4:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 180 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 10 \text{ A} & &= \frac{200 \times 180 \times 15}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 15\text{m} & &= 0.19\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 1500 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 10 \text{ A} & &= \frac{200 \times 1500 \times 21}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 21\text{m} & &= 2.24\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 6:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 3000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 20 \text{ A} & &= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 27\text{m} & &= 5.77\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 7:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 6000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 3 \times 16 \text{ A} & &= \frac{100 \times 6000 \times 19}{58 \times 380^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 19\text{m} & &= 1.36\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 10.72 \times 1.25 = 13.4\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 16\text{A} > 13.4\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56 \text{ A} < 13.4 \text{ A}$$

El conductor de 2mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 16.5 \text{ A} > 13.4 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 4mm^2 .

TS-4

Circuito 1:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 1000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 10 \text{ A} & &= \frac{200 \times 1000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 19\text{m} & &= 1.36\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 12\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 12}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.28\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 5000 \text{ W}$$

$$I_p: 32 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 12\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 5000 \times 12}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.27\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36\text{A} > 32\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 23.76 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 6mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 36.96 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 5000 \text{ W}$$

$$I_p: 32 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 15\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 5000 \times 15}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.34\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A > 32A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_P \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_P \quad 23.76 A < 32 A$$

El conductor de 6mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_P \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_P \quad 36.96 A > 32 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 5:

$$P_{TOTAL} = 5000 W$$

$$I_p: 32 A$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{200 \times 5000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$
$$= 6.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 44A > 32A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_P \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_P \quad 29.04 A < 32 A$$

El conductor de 10mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_P \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_P \quad 36.96 A > 32A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{TOTAL} = 5000 W$$

$$I_p: 32 A$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 19\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} &= \frac{200 \times 5000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 6.77\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad 44\text{A} > 32\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 29.04 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 10mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 36.96 \text{ A} > 32\text{A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 7:

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 5000 \text{ W} \\ I_p &: 32 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 13\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 5000 \times 13}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 4.63\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad 36\text{A} > 32\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 23.76 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 6mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 36.96 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm².

Circuito 8:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 5000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 32 \text{ A} & &= \frac{200 \times 5000 \times 11}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 11 \text{ m} & &= 3.92 \text{ mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm², con una corriente admisible de 25 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 25 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 4mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm², con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 36 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 23.76 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 6mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16mm², con una corriente admisible de 56 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 36.96 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm².

Circuito 9:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 7500 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 3 \times 16 \text{ A} & &= \frac{100 \times 7500 \times 16}{58 \times 380^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 16 \text{ m} & &= 1.43 \text{ mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm², con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito

con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 13,41 \times 1.25 = 16,76A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 16A < 16.72A$$

El conductor de 2mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2.5mm², con una corriente admisible de 18A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 18A > 16.72A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 11.88 A < 16.72 A$$

El conductor de 2mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm², con una corriente admisible de 36 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 A > 20.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm².

Circuito 10:

$$P_{TOTAL} = 2000 W$$

$$I_p: 16 A$$

$$\text{Longitud} = 18m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 2000 \times 18}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.56mm^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm², según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm², que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 11:

$$P_{TOTAL} = 4500 W$$

$$I_p: 3X10 A$$

$$\text{Longitud} = 23m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 23}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.24mm^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 16\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56\text{ A} > 10.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 12:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000\text{ W}$$

$$I_p: 20\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 29\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 6.2\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 29.04\text{A} > 20.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 13:

$$P_{\text{TOTAL}} = 500\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 63\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 500 \times 63}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.24\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 14:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 500 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 10 \text{ A} & &= \frac{200 \times 500 \times 74}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 74\text{m} & &= 2.64\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 15:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 5000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 3 \times 10 \text{ A} & &= \frac{100 \times 5000 \times 13}{58 \times 380^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 13\text{m} & &= 0.78\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 10.5\text{A} > 10\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 6.93 \text{ A} < 10 \text{ A}$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 10.56 \text{ A} > 10 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 16:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 5000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 3 \times 10 \text{ A} & & \\
 \text{Longitud} &= 15\text{m} & &
 \end{aligned}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = \frac{100 \times 5000 \times 15}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad = 0.9\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad 10.5\text{A} > 10\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 6.93\text{ A} < 10\text{ A}$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 10.56\text{ A} > 10\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

TS-5

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1000\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.36\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 500\text{ W}$$

$$I_p: 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 53\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 500 \times 53}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.89\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 65 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 500 \times 65}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.32 \text{ mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4 mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4 mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 18 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 18}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.92 \text{ mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4 mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4 mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{TOTAL} = 5000 \text{ W}$$

$$I_p: 32 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 24 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 5000 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 8.55 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10 mm^2 , con una corriente admisible de 44 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 44 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 29.04 \text{ A} < 32 \text{ A}$$

El conductor de 10 mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 16 mm^2 , con una corriente admisible de 56 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 36.96 \text{ A} > 32 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 5000 \text{ W}$$

$$I_p: 32 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 29\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{200 \times 5000 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1}$$
$$= 10.33\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 16mm^2 , con una corriente admisible de 56 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 56\text{A} > 32\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 36.96\text{A} > 32 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16mm^2 .

Circuito 7:

$$P_{\text{TOTAL}} = 600 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 18\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{200 \times 600 \times 18}{58 \times 220^2 \times 1}$$
$$= 0.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 10.5\text{A} > 10\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 6.93 \text{ A} < 10 \text{ A}$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 10.56 \text{ A} > 10 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 8:

$$P_{TOTAL} = 10000 \text{ W}$$

$$I_p: 3X25 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 49\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 10000 \times 49}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 5.85\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 17.87 \times 1.25 = 22.34\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 22.34\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 9:

$$P_{TOTAL} = 10000 \text{ W}$$

$$I_p: 3X25 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 58\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 10000 \times 58}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 6.93\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 17.87 \times 1.25 = 22.34\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44\text{A} < 22.34\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 10:

$$P_{TOTAL} = 10000 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 25 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 72 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 10000 \times 72}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 8.6 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10 mm^2 , con una corriente admisible de 44A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 17.87 \times 1.25 = 22.34 \text{ A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10 mm^2 .

Circuito 11:

$$P_{TOTAL} = 10000 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 25 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 84 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 10000 \times 84}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 10.03 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 16 mm^2 , con una corriente admisible de 56 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 17.87 \times 1.25 = 22.34 \text{ A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 56 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 36.96 \text{ A} > 22.34 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 16 mm^2 .

TS-6

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1000 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 33\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1000 \times 33}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.35\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 1800 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 24\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1800 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.08\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 36\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 36}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 7.7\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44\text{A} < 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm².

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 27\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm², con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm².

Circuito 5:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.06\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm², con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 2200 \text{ W}$$

$$I_p: 16 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 13\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 2200 \times 13}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.04\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 7:

$$P_{\text{TOTAL}} = 200 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 16\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 200 \times 16}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.23\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 8:

$$P_{\text{TOTAL}} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 19}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.02\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 12\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 7.92 \text{ A} < 10.05 \text{ A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 9:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 4500 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ I_p &: 3 \times 10 \text{ A} & &= \frac{100 \times 4500 \times 25}{58 \times 380^2 \times 1} \\ \text{Longitud} &= 25 \text{ m} & &= 1.34 \text{ mm}^2 \\ e\% &= 1\% & & \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05 \text{ A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 12 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 7.92 \text{ A} < 10.05 \text{ A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 10:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 2200 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ I_p &: 16 \text{ A} & &= \frac{200 \times 2200 \times 26}{58 \times 220^2 \times 1} \\ \text{Longitud} &= 26 \text{ m} & & \end{aligned}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = 4.08\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad 36\text{A} > 16\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 23.76\text{ A} > 16\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 11:

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 600\text{ W} \\ I_p &: 10\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 29\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 600 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 1.24\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \qquad 12\text{A} > 10\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 7.92\text{ A} < 10\text{ A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_p \qquad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \qquad 10.56\text{ A} > 10\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

TS-7

Circuito 1:

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 1300\text{ W} \\ I_p &: 10\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 39\text{m} \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 1300 \times 39}{58 \times 220^2 \times 1} \end{aligned}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = 3.61\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 3000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ I_p &: 20 \text{ A} & &= \frac{200 \times 3000 \times 35}{58 \times 220^2 \times 1} \\ \text{Longitud} &= 35\text{m} & &= 7.48\text{mm}^2 \\ e\% &= 1\% & & \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 3:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 3000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ I_p &: 20 \text{ A} & &= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1} \\ \text{Longitud} &= 27\text{m} & &= 6.2\text{mm}^2 \\ e\% &= 1\% & & \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 1300 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 29\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1300 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.69\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{TOTAL} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 23\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 23}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.24\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 12\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 7.92 \text{ A} < 10.05 \text{ A}$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 10.56 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1100 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1100 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.49\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 7:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 17\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 17}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.63\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 8:

$$P_{TOTAL} = 1000 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 21\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1000 \times 21}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.5\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 9:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 30\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 30}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 6.41\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

TS-8

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1300 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 35\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1300 \times 35}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.24\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 39 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 39}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 2.1 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5 mm^2 , con una corriente admisible de 18 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05 \text{ A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 18 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 11.88 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2.5 mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 23 \text{ m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 23}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.92 \text{ mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6 mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05 \text{ A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6 mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 1800 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 13\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1800 \times 13}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.67\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 12\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 12}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.56\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{TOTAL} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 8\text{m}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 8}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = 0.43\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 10.5\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 6.93\text{ A} < 10.05\text{ A}$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 10.56\text{ A} > 10.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

TS-9

Circuito 1:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 500\text{ W} \\ I_p &: 10\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 23\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 500 \times 23}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 0.82\text{mm}^2 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 1900\text{ W} \\ I_p &: 16\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 17\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 1900 \times 17}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 4.2\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A > 16A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_P \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_P \quad 23.76 A > 16 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 4500 W$$

$$I_p: 3 \times 10 A$$

$$\text{Longitud} = 18\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 18}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 0.97\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1mm^2 , con una corriente admisible de 10.5 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.04 \times 1.25 = 10.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 10.5A > 10.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 6.93 A < 10.05 A$$

El conductor de 1mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 10.56 A > 10.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 3000 W$$

$$I_p: 20 A$$

$$\text{Longitud} = 27\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76\text{ A} > 20.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 5:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1900\text{ W}$$

$$I_p: 16\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 31\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{200 \times 1900 \times 31}{58 \times 220^2 \times 1}$$
$$= 4.2\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 36\text{A} > 16\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76\text{ A} > 16\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 4500\text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 38\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$
$$= \frac{100 \times 4500 \times 38}{58 \times 380^2 \times 1}$$
$$= 2.04\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A. Además, dado que se trata de un circuito

con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 18A > 10.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 11.88 A > 10.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2.5mm².

Circuito 7:

$$P_{TOTAL} = 3000 W$$

$$I_p: 20 A$$

$$\text{Longitud} = 40m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 40}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 8.55mm^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm², con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44A > 20.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 A > 20.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm².

Circuito 8:

$$P_{TOTAL} = 400 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 69m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 400 \times 69}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.97mm^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

TS-10

Circuito 1:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 33\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 33}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.53\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 45\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 45}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 9.62\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 32\text{m}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 32}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = 3.42\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.01 \times 1.25 = 10.01\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 25\text{A} > 10.01\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 16.5\text{ A} > 10.01\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 4mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{\text{TOTAL}} = 2200\text{ W}$$

$$I_p: 16\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 24\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 2200 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.76\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000\text{ W}$$

$$I_p: 20\text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 27\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 21\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 21}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.49\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 7:

$$P_{TOTAL} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 14\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 14}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.51\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.01 \times 1.25 = 10.01\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 16\text{A} > 10.01\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 10.56 \text{ A} > 10.01 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 8:

$$P_{TOTAL} = 1500 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 19\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 19}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.02\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 9:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 24\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.13\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 10:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 27\text{m}$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 27}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$e\% = 1\% \qquad \qquad \qquad = 5.77\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \qquad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \qquad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \qquad 23.76\text{ A} > 20.05\text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

TS-11

Circuito 1:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 1300\text{ W} \\ I_p &: 10\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 29\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 1300 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 2.69\text{mm}^2 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$\begin{aligned} P_{\text{TOTAL}} &= 3000\text{ W} \\ I_p &: 20\text{ A} \\ \text{Longitud} &= 32\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \begin{aligned} S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\ &= \frac{200 \times 3000 \times 32}{58 \times 220^2 \times 1} \\ &= 6.84\text{mm}^2 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 44A > 20.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 29.04 A > 20.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{TOTAL} = 1600 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 24\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1600 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.22\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 4:

$$P_{TOTAL} = 4500 W$$

$$I_p: 3 \times 10 A$$

$$\text{Longitud} = 27\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 27}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.45\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 1.5mm^2 , con una corriente admisible de 12 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 12A > 10.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 7.92 A < 10.05 A$$

El conductor de 1.5mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 10.56 A > 10.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 5:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 600 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 10 \text{ A} & &= \frac{200 \times 600 \times 36}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 36\text{m} & &= 1.54\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

TS-12

Circuito 1:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 2100 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 16 \text{ A} & &= \frac{200 \times 2100 \times 38}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 38\text{m} & &= 5.69\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_p \quad 36\text{A} > 16\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_p \quad 23.76 \text{ A} > 16 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 2:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TOTAL}} &= 3000 \text{ W} & S &= \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%} \\
 I_p &: 20 \text{ A} & &= \frac{200 \times 3000 \times 43}{58 \times 220^2 \times 1} \\
 \text{Longitud} &= 43\text{m} & &= 9.19\text{mm}^2 \\
 e\% &= 1\% & &
 \end{aligned}$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito

con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 3:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 35\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 35}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 7.48\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 10mm^2 , con una corriente admisible de 44 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 44\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 29.04 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 10mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{\text{TOTAL}} = 1700 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 29\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1700 \times 29}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.51\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 5:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 12\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 12}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.56\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 6:

$$P_{\text{TOTAL}} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 17\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 17}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.63\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 25A > 20.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 16.5 A < 20.05 A$$

El conductor de 4mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm², con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 A > 20.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm².

TS-13

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 1800 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 38m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1800 \times 38}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 4.87mm^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm², con una corriente admisible de 36 A.

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_p \quad 36A > 10A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_p \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_p \quad 23.76 A > 10 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm².

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 180 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 35m$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 180 \times 35}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.45mm^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 3:

$$P_{\text{TOTAL}} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 35\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 35}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 1.88\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2mm^2 , con una corriente admisible de 16 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 16\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{\text{Pico}} \quad I_{\text{ADM}} \times 0.66 > I_{\text{Pico}} \quad 10.56 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2mm^2 .

Circuito 4:

$$P_{\text{TOTAL}} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 40\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 40}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 2.15\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{\text{Pico}} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{\text{ADM}} > I_{\text{Pico}} \quad 18\text{A} > 10.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 11.88 \text{ A} > 10.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2.5mm^2 .

Circuito 5:

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 1500 \text{ W} \\ I_p &: 10 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 23\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \quad S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1500 \times 23}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 0.82\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 6:

$$\begin{aligned} P_{TOTAL} &= 3000 \text{ W} \\ I_p &: 20 \text{ A} \\ \text{Longitud} &= 16\text{m} \\ e\% &= 1\% \end{aligned} \quad S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 16}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 3.42\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 4mm^2 , con una corriente admisible de 25 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 25\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 16.5 \text{ A} < 20.05 \text{ A}$$

El conductor de 4mm^2 no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36A.

Con esto volvemos a realizar la última verificación:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 7:

$$P_{TOTAL} = 3000 \text{ W}$$

$$I_p: 20 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 24\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 3000 \times 24}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 5.13\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 16.04 \times 1.25 = 20.05\text{A}$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36\text{A} > 20.05\text{A}$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 23.76 \text{ A} > 20.05 \text{ A}$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 6mm^2 .

Circuito 8:

$$P_{TOTAL} = 1300 \text{ W}$$

$$I_p: 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 32\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 1300 \times 32}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 2.96\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 9:

$$P_{TOTAL} = 4500 \text{ W}$$

$$I_p: 3 \times 10 \text{ A}$$

$$\text{Longitud} = 39\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 4500 \times 39}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 2.1\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 2.5mm^2 , con una corriente admisible de 18 A. Además, dado que se trata de un circuito con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 8.05 \times 1.25 = 10.05A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 18A > 10.05A$$

Luego, se procede a realizar la última verificación, que es la condición de temperatura:

$$I_K > I_{Pico} \quad I_{ADM} \times 0.66 > I_{Pico} \quad 11.88 A > 10.05 A$$

Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 2.5mm^2 .

Circuito 10:

$$P_{TOTAL} = 400 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 50\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 400 \times 50}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.42\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

TS-14

Circuito 1:

$$P_{TOTAL} = 700 W$$

$$I_p: 10 A$$

$$\text{Longitud} = 25\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{200 \times 700 \times 25}{58 \times 220^2 \times 1}$$

$$= 1.25\text{mm}^2$$

Para un circuito con cargas distribuidas, si la sección mínima calculada es menor a 4mm^2 , según él [7] se recomienda utilizar un conductor de 4mm^2 , que tiene una corriente admisible de 25 A.

Circuito 2:

$$P_{TOTAL} = 37300 W$$

$$I_p: 3 \times 85 A$$

$$\text{Longitud} = 11\text{m}$$

$$e\% = 1\%$$

$$S = \frac{k \times P \times L}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

$$= \frac{100 \times 37300 \times 11}{58 \times 380^2 \times 1}$$

$$= 4.9\text{mm}^2$$

La sección de conductor inmediatamente superior disponible en el mercado es de 6mm^2 , con una corriente admisible de 36 A. Además, dado que se trata de un circuito

con motor, en lugar de usar la corriente de protección, utilizamos la corriente pico de arranque:

$$I_{Pico} = I_N \times 1.25 = 76.91 \times 1.25 = 96.14A$$

Con esto verificamos la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 36A < 96.14A$$

El conductor de 6mm² no cumple con este requisito, por lo que se busca un conductor adecuado. La sección seleccionada es de 50mm², con una corriente admisible de 116A.

Con esto volvemos a verificar la condición de corriente admisible:

$$I_{ADM} > I_{Pico} \quad 116A > 96.14A$$

La tercera condición se omite en este caso al ser una línea con ducto exclusivo. Finalmente, se verifica que el conductor seleccionado satisface las condiciones necesarias. Por lo tanto, la sección es 50mm².

B.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN REACTIVA

Consultando el catálogo de WEG, se encontró la tabla de corrección del factor de potencia. De esta tabla, se obtuvo el factor multiplicador “f”. Al observar la intersección entre el valor actual de $\cos(\varphi) = 0,855$ actual y el $\cos(\varphi) = 0,94$ a ser corregida, se obtiene el valor de 0,230.

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			

Figura 17: Factor K para el cálculo de la potencia del sistema de compensación reactiva según la potencia del transformador.

De la sección 5.4.3 se puede extraer la potencia del transformador:

$$PA = 425 \text{ KW}$$

Y con esto realizamos el cálculo:

$$QT = 425000 \text{ W} \times 0,230$$

$$QT = 97.75 \text{ kVAr}$$

Dado que no se encuentra disponible en el mercado un banco de capacitores con estas especificaciones, se ha optado por instalar un banco de capacitores trifásicos de 100 kVAr dividido en 12 etapas, el cual será controlado por un regulador automático de factor de potencia.

B.7 PROYECTO LUMINOTÉCNICO

B.7.1 LUMINARIA SELECCIONADA

Lista de luminarias

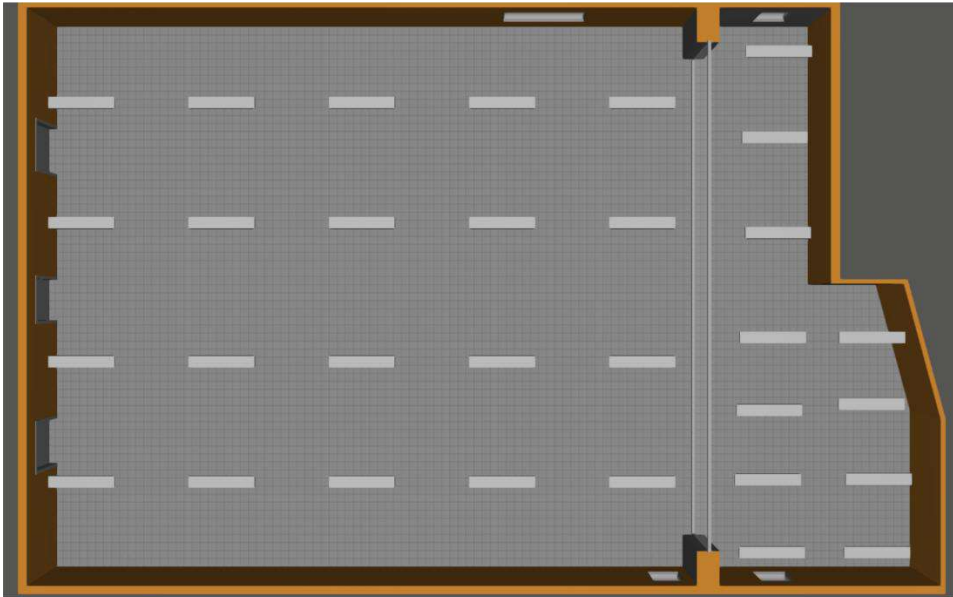
Φ _{total}		P _{total}		Rendimiento lumínico		
96100 lm		459.0 W		209.4 lm/W		
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	18.0 W	3100 lm	172.2 lm/W
11	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	9.0 W	3100 lm	344.4 lm/W

Figura 18: Lista de luminarias utilizadas.

B.7.2 INFORME TÉCNICO DE DIALUX EVO 12.1

Dado que el informe es considerablemente extenso, hemos optado por incluir solo uno de los informes dentro de este documento, específicamente los resultados obtenidos en el sector del auditorio, a modo de ejemplo. El informe completo, que contiene todos los detalles y análisis exhaustivos de todo el proyecto, estará disponible en el disco auxiliar que acompaña a este proyecto de fin de grado. Esta estrategia tiene como objetivo facilitar la lectura y comprensión del documento principal, permitiendo que los lectores se enfoquen en los aspectos más relevantes y significativos. Al mismo tiempo, aseguramos que toda la información detallada y los análisis profundos estén accesibles para aquellos que deseen explorar cada aspecto del proyecto con mayor detenimiento.

Fecha 10/10/2024



PROYECTO DE FIN DE GRADO

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

Objeto
CORONEL OVIEDO

Created with DIALux

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Lista de luminarias	3

Fichas de producto

3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531 (1x ledtube 9w t8)	4
3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531 (1x ledtube 18w t8)	6

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Lista de locales / Escena de luz 1	8
--	---

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 1

Resumen / Escena de luz 1	10
ESCENARIO / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	12

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 2

Resumen / Escena de luz 1	13
Plano útil (Local 2) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	15

Glosario	16
----------------	----

Lista de luminarias

Φ_{total} 96100 lm	P_{total} 459.0 W	Rendimiento lumínico 209.4 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	18.0 W	3100 lm	172.2 lm/W
11	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	9.0 W	3100 lm	344.4 lm/W

Ficha de producto

3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531



Nº de artículo	12689
P	9.0 W
Φ Lámpara	3100 lm
Φ Luminaria	3100 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	344.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

LUMINOTÉCNICAS

Rendimiento luminoso 100% (DLOR 100%, ULOR 0%).

Flujo luminoso inicial de la luminaria 6922 lm.

Distribución directa simétrica.

Instalación de Interdistance $D_{transv.} = 0,98 \times h_u - D_{long.} = 1,04 \times h_u$.

Luminancia media <1000 cd/m² para ángulos >65° radiales.

UGR Tabular (CIE 117 - 4H-8H; S=0,25H; 70/50/20); RUG 12,3 - 16,4.

Ángulo de apertura: 62° - 76°.

Eficacia luminosa 105 lm/W.

Duración útil (L93/B10): 30000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L90/B10): 50000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L85/B10): 80000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L80/B10): 100000 h. (tq+25°C)

Disminución repentina del flujo luminoso después de 50000 h: 0% (C0).

Seguridad fotobiológica conforme a la norma IEC/TR 62778: (RG0) (IEC 62471).

Conforme a las normas IEC/EN 62722-2-1 - IEC/EN 62717.

FUENTE

2 módulos de LED lineales 30W/840.

Clase de eficiencia energética (UE 2019/2020 - UE 2019/2015): D.

Índice de reproducción cromática CIE 13.3: CRI >80 (R9 <50%).

Índice de Fidelidad cromática IES TM-30: Rf = 84 Rg = 95.

Temperatura nominal de color CCT 4000 K.

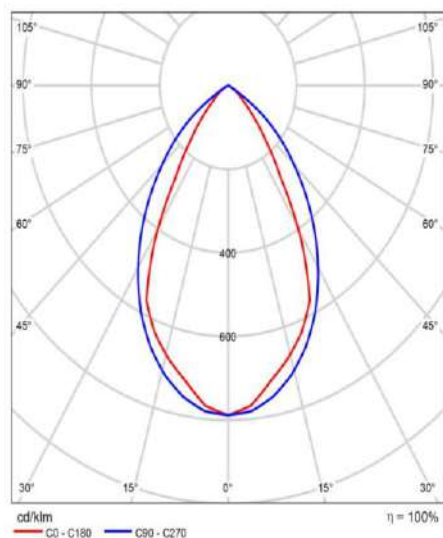
Tolerancia de color inicial (Mac Adam): SDCM 3.

MECÁNICAS

Cuerpo de acero galvannealed, pintado de epoxipoliéster blanco.

Óptica parabólica 2US de aluminio semipulido, anti-reflejante, con aletas transversales cerradas en la parte superior.

Difusores planos prismatizados de metacrilato (PMMA)



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
μ Testa	70	70	90	90	30	70	70	90	90	30	
μ Paredes	50	30	90	30	30	50	30	90	30	30	
μ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado: longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	9.9	10.8	10.1	11.0	11.3	14.0	15.0	14.3	15.2	15.4
	3H	9.7	10.6	10.0	10.8	11.1	13.9	14.8	14.2	15.0	15.3
	4H	9.7	10.5	10.0	10.7	11.0	13.8	14.6	14.1	14.9	15.2
	6H	9.6	10.3	9.9	10.5	10.9	13.8	14.3	14.1	14.8	15.1
	8H	9.6	10.3	9.9	10.5	10.9	13.7	14.4	14.1	14.7	15.0
4H	2H	10.0	10.8	10.3	11.0	11.5	13.9	14.7	14.2	14.9	15.2
	3H	9.8	10.5	10.2	10.8	11.1	13.7	14.4	14.1	14.7	15.0
	4H	9.8	10.4	10.1	10.7	11.0	13.7	14.3	14.0	14.6	15.0
	6H	9.7	10.2	10.1	10.6	11.0	13.6	14.1	14.0	14.5	14.9
	8H	9.6	10.1	10.1	10.5	10.9	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8
8H	2H	9.6	10.0	10.0	10.4	10.9	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8
	4H	9.6	10.1	10.1	10.5	10.9	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8
	6H	9.6	9.9	10.0	10.4	10.8	13.5	13.8	13.9	14.3	14.7
	8H	9.5	9.8	10.0	10.3	10.8	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7
	12H	9.5	9.6	10.0	10.2	10.7	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6
12H	4H	9.6	10.0	10.0	10.4	10.9	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8
	6H	9.5	9.9	10.0	10.3	10.8	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7
	8H	9.5	9.8	10.0	10.2	10.7	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6
Valoración de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.5 / -4.7					+0.7 / -1.6					
S = 1.5H	+4.3 / -8.6					+3.1 / -9.0					
S = 2.0H	+6.1 / -15.6					+5.9 / -16.4					
Tabla estándar	B1000					B1000					
Sumando de conexión	-8.8					-4.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2100lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531

transparente, plurilenticular, antideslumbrante, prismaticación externa, posicionados sobre las aletas de la óptica.

Película protectora contra polvo y huellas, adhesiva, aplicada en la óptica.

Luminaria con temperatura superficial limitada. - D - (EN 60598-2-24)

Dimensiones: 1531x270 mm, altura 82 mm. Peso 6,88 kg.

Grado de protección IP20.

Resistencia mecánica al golpe IK02 (0,2 joule).

Resistencia al hilo incandescente 650°C.

ELÉCTRICAS

Equipo electrónico Halogen Free 230V-50/60Hz, factor de potencia 0,95, THD <25%, corriente de salida constante, SELV, clase I, 1 driver.

Potencia de la luminaria 66 W.

CE - IEC 60598-1 - EN 60598-1.

SAFE FLICKER: PstLM=<1 e SVM=<0,4 (IEC TR 61547-1 e IEC TR 63158), garantizando una luz más cómoda y segura.

Luminaria compatible con EN 60598-2-22 para suministro de energía desde un sistema de emergencia centralizado CPSS (Central Power Supply System), no incorporado en la luminaria - áreas de alto riesgo excluidas. La potencia y el flujo predeterminados son 100% en CA y 100% en CC.

Temperatura ambiente de 0°C a +25°C.

Clase de temperatura T6 max 85°C.

Humedad Relativa UR: <85%.

INSTALACIÓN

Techo.

Todos los accesorios dedicados a este producto están disponibles en el Catálogo y en nuestro sitio web www.3F-Filippi.com.

APLICACIONES

Ambientes con videoterminales, oficinas públicas y colegios.

ADVERTENCIAS

Luminaria diseñada para su eliminación/reciclaje al final de su vida útil.

Fuente luminosa reemplazable (solo LED) por un profesional. Equipo de control reemplazable por un profesional.

Ficha de producto

3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531



Nº de artículo	12689
P	18.0 W
Φ Lámpara	3100 lm
Φ Luminaria	3100 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	172.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

LUMINOTÉCNICAS

Rendimiento luminoso 100% (DLOR 100%, ULOR 0%).

Flujo luminoso inicial de la luminaria 6922 lm.

Distribución directa simétrica.

Instalación de Interdistance $D_{transv.} = 0,98 \times h_u - D_{long.} = 1,04 \times h_u$.

Luminancia media <1000 cd/m² para ángulos >65° radiales.

UGR Tabular (CIE 117 - 4H-8H; S=0,25H; 70/50/20); RUG 12,3 - 16,4.

Ángulo de apertura: 62° - 76°.

Eficacia luminosa 105 lm/W.

Duración útil (L93/B10): 30000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L90/B10): 50000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L85/B10): 80000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L80/B10): 100000 h. (tq+25°C)

Disminución repentina del flujo luminoso después de 50000 h: 0% (C0).

Seguridad fotobiológica conforme a la norma IEC/TR 62778: (RG0) (IEC 62471).

Conforme a las normas IEC/EN 62722-2-1 - IEC/EN 62717.

FUENTE

2 módulos de LED lineales 30W/840.

Clase de eficiencia energética (UE 2019/2020 - UE 2019/2015): D.

Índice de reproducción cromática CIE 13.3: CRI >80 (R9 <50%).

Índice de Fidelidad cromática IES TM-30: Rf = 84 Rg = 95.

Temperatura nominal de color CCT 4000 K.

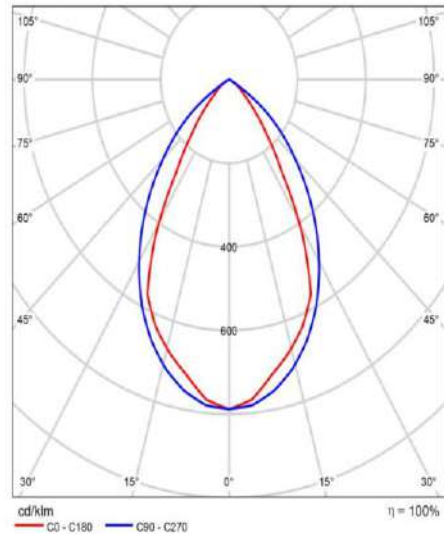
Tolerancia de color inicial (Mac Adam): SDCM 3.

MECÁNICAS

Cuerpo de acero galvannealed, pintado de epoxipoliéster blanco.

Óptica parabólica 2US de aluminio semipulido, anti-reflejante, con aletas transversales cerradas en la parte superior.

Difusores planos prismatizados de metacrilato (PMMA)



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
μ Testa	70	70	90	90	30	70	70	90	90	30	
μ Paredes	50	30	90	30	30	50	30	90	30	30	
μ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado: longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	9,9	10,8	10,1	11,0	11,3	14,0	15,0	14,3	15,2	15,4
	3H	9,7	10,6	10,0	10,8	11,1	13,9	14,8	14,2	15,0	15,3
	4H	9,7	10,5	10,0	10,7	11,0	13,8	14,6	14,1	14,9	15,2
	6H	9,6	10,3	9,9	10,5	10,9	13,8	14,3	14,1	14,8	15,1
	8H	9,6	10,3	9,9	10,5	10,9	13,7	14,4	14,1	14,7	15,0
4H	2H	10,0	10,8	10,3	11,0	11,3	13,9	14,7	14,2	14,9	15,2
	3H	9,8	10,5	10,2	10,8	11,1	13,7	14,4	14,1	14,7	15,0
	4H	9,8	10,4	10,1	10,7	11,0	13,7	14,3	14,0	14,6	15,0
	6H	9,7	10,2	10,1	10,6	11,0	13,6	14,1	14,0	14,5	14,9
	8H	9,6	10,1	10,1	10,5	10,9	13,5	14,0	14,0	14,4	14,8
8H	2H	9,6	10,0	10,0	10,4	10,9	13,5	13,9	13,9	14,3	14,8
	4H	9,6	10,1	10,1	10,5	10,9	13,5	14,0	14,0	14,4	14,8
	6H	9,6	9,9	10,0	10,4	10,8	13,5	13,8	13,9	14,3	14,7
	8H	9,5	9,8	10,0	10,3	10,8	13,4	13,8	13,9	14,2	14,7
	12H	9,5	9,6	10,0	10,2	10,7	13,4	13,7	13,9	14,1	14,6
12H	4H	9,6	10,0	10,0	10,4	10,9	13,5	13,9	13,9	14,3	14,8
	6H	9,5	9,9	10,0	10,3	10,8	13,4	13,8	13,8	14,2	14,7
	8H	9,5	9,8	10,0	10,2	10,7	13,4	13,7	13,9	14,1	14,6
Valoración de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+2,5 / -4,7					+0,7 / -1,6					
S = 1,5H	+4,3 / -8,6					+3,1 / -9,0					
S = 2,0H	+6,1 / -15,6					+5,9 / -16,4					
Tabla estándar	B1000					B1000					
Sumando de conexión	-8,8					-4,5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2100lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

3F Filippi - P 202x30W LED 2US 270x1531

transparente, plurilenticular, antideslumbrante, prismaticación externa, posicionados sobre las aletas de la óptica.

Película protectora contra polvo y huellas, adhesiva, aplicada en la óptica.

Luminaria con temperatura superficial limitada. - D - (EN 60598-2-24)

Dimensiones: 1531x270 mm, altura 82 mm. Peso 6,88 kg.

Grado de protección IP20.

Resistencia mecánica al golpe IK02 (0,2 joule).

Resistencia al hilo incandescente 650°C.

ELÉCTRICAS

Equipo electrónico Halogen Free 230V-50/60Hz, factor de potencia 0,95, THD <25%, corriente de salida constante, SELV, clase I, 1 driver.

Potencia de la luminaria 66 W.

CE - IEC 60598-1 - EN 60598-1.

SAFE FLICKER: PstLM=<1 e SVM=<0,4 (IEC TR 61547-1 e IEC TR 63158), garantizando una luz más cómoda y segura.

Luminaria compatible con EN 60598-2-22 para suministro de energía desde un sistema de emergencia centralizado CPSS (Central Power Supply System), no incorporado en la luminaria - áreas de alto riesgo excluidas. La potencia y el flujo predeterminados son 100% en CA y 100% en CC.

Temperatura ambiente de 0°C a +25°C.

Clase de temperatura T6 max 85°C.

Humedad Relativa UR: <85%.

INSTALACIÓN

Techo.

Todos los accesorios dedicados a este producto están disponibles en el Catálogo y en nuestro sitio web www.3F-Filippi.com.

APLICACIONES

Ambientes con videoterminales, oficinas públicas y colegios.

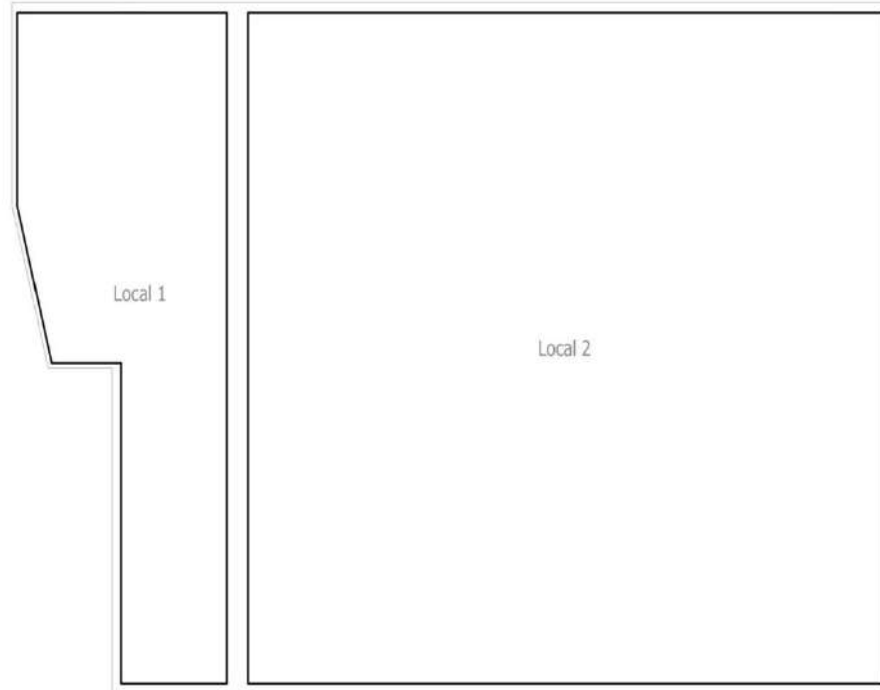
ADVERTENCIAS

Luminaria diseñada para su eliminación/reciclaje al final de su vida útil.

Fuente luminosa reemplazable (solo LED) por un profesional. Equipo de control reemplazable por un profesional.

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

Lista de locales



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

Lista de locales

Local 1

P_{total} 99.0 W	A_{Local} 51.03 m ²	Potencia específica de conexión 1.94 W/m ² = 0.33 W/m ² /100 lx (Local) 2.35 W/m ² = 0.40 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\dot{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 591 lx
-----------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
11	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	9.0 W	3100 lm

Local 2

P_{total} 360.0 W	A_{Local} 208.16 m ²	Potencia específica de conexión 1.73 W/m ² = 0.52 W/m ² /100 lx (Local) 2.00 W/m ² = 0.60 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\dot{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 335 lx
------------------------	--------------------------------------	---	--

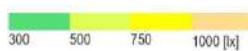
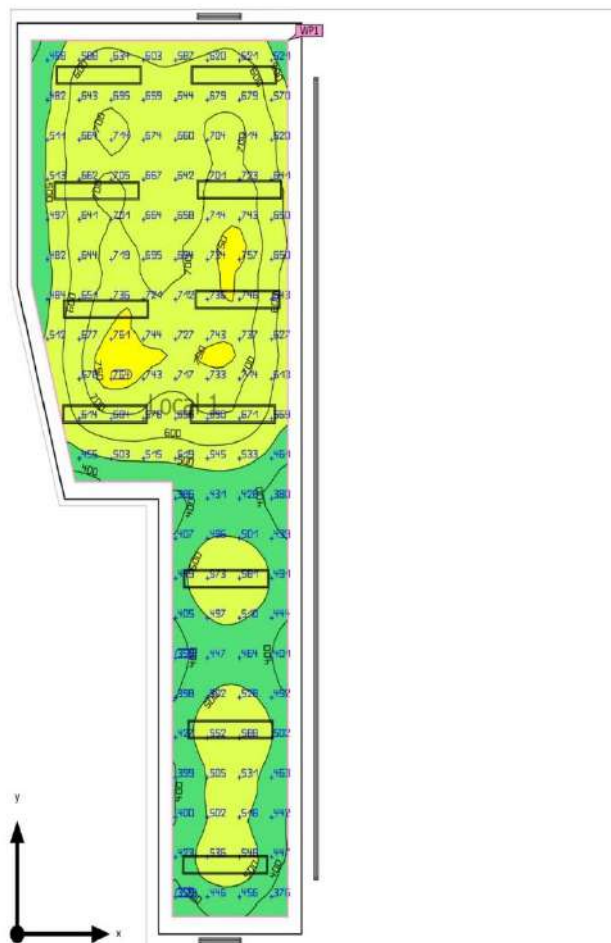
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	18.0 W	3100 lm

PROYECTO DE FIN DE GRADO



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

Resumen



Base	51.03 m ²	Altura interior del local	2.800 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 50.0 %, Suelo: 44.2 %	Altura de montaje	2.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.760 m
		Zona marginal Plano útil	0.253 m

PROYECTO DE FIN DE GRADO



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

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	591 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	\bar{E}/E_{min}	1.89	$\leq -$	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	2.35 W/m ²	-		
		0.40 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	14	≤ 19	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[208.17 - 272.25] kWh/a	máx. 1800 kWh/a	✓	
	LENI	[4.08 - 5.34] kWh/(m ² * a)	máx. 35 kWh/(m ² * a)	✓	
	Coste	[62.45 - 81.68] €/a	-		
Local	Potencia específica de conexión	1.94 W/m ²	-		
		0.33 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 13.399 m x 5.121 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

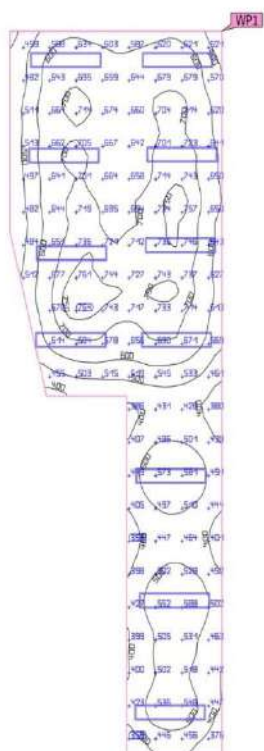
Perfil de uso: DIALux preset (Default: (Office))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
11	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	14	9.0 W	3100 lm	344.4 lm/W

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

ESCENARIO

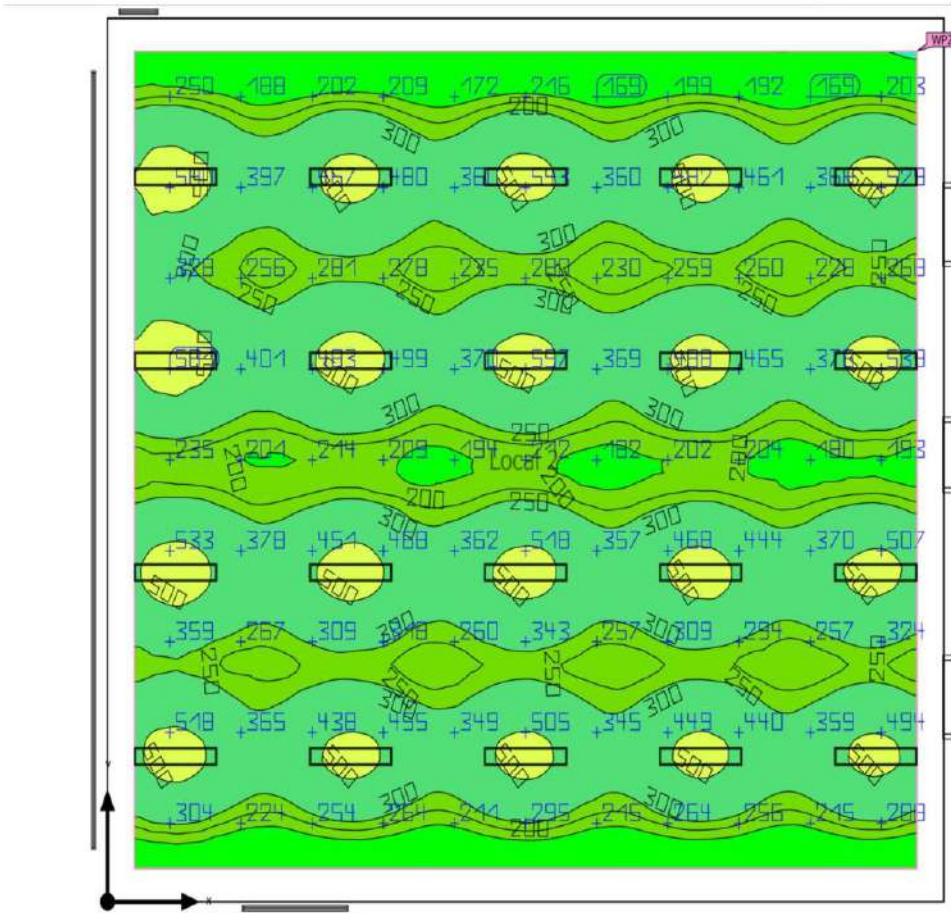


Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	\bar{E}/E_{min} (Nominal)	E_{max}/E_{min}	Índice
ESCENARIO	591 lx	313 lx	776 lx	1.89	2.48	WP1
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 300 lx)			($\leq -$)		
Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.253 m	✓			✓		

Perfil de uso: DIALux preset (Default (Office))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	208.16 m ²
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 50.0 %, Suelo: 44.2 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.800 m
Altura de montaje	2.800 m
Altura Plano útil	0.760 m
Zona marginal Plano útil	0.500 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	335 lx	≥ 300 lx	✓	WP2
	\bar{E}/E_{min}	3.46	$\leq -$	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	2.00 W/m ²	-		
		0.60 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	13	≤ 19	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[843.52 - 990.00] kWh/a	máx. 7300 kWh/a	✓	
	LENI	[4.05 - 4.76] kWh/(m ² * a)	máx. 35 kWh/(m ² * a)	✓	
	Coste	[253.06 - 297.00] €/a	-		
Local	Potencia específica de conexión	1.73 W/m ²	-		
		0.52 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 15.534 m x 13.400 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

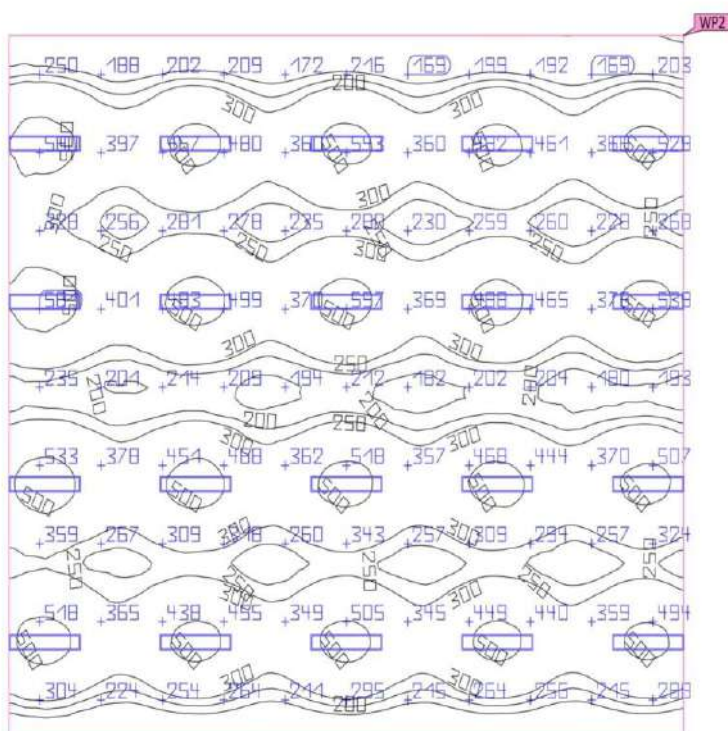
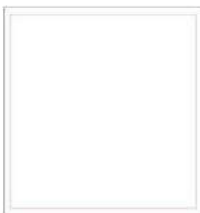
Perfil de uso: DiALux preset (Default (Office))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	3F Filippi	12689	P 202x30W LED 2US 270x1531	13	18.0 W	3100 lm	172.2 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 2 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 2)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	\bar{E}/E_{min} (Nominal)	E_{max}/E_{min}	Índice
Plano útil (Local 2)	335 lx	96.7 lx	589 lx	3.46	6.09	WP2
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 300 lx			$(\leq -)$		
Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.500 m	✓			✓		

Perfil de uso: DIALux preset (Default (Office))

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).
Autonomía de la luz del día	Describe qué porcentaje del tiempo de trabajo diario se cubre con la iluminación solar necesaria. La iluminancia nominal se utiliza a partir del perfil de la habitación, a diferencia de lo descrito en la norma EN 17037. El cálculo no se realiza en el centro de la habitación sino en el punto de medición del sensor colocado. Se considera que una habitación está suficientemente iluminada con luz solar si alcanza al menos un 50 % de autonomía con luz solar.

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada". Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1: Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K
Cociente de luz diurna	Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto. Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %

Glosario

CRI	(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995. El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de emisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).
-----	---

D	
Densidad luminica	Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir. Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m ² Símbolo: L

E	
Eta (η)	(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada. Unidad: %

Evaluación energética	Basado en un procedimiento de cálculo horario de la luz solar en espacios interiores, teniendo en cuenta la geometría del proyecto y los sistemas de control de la luz solar existentes. También se tiene en cuenta la orientación y ubicación del proyecto. El cálculo utiliza la potencia del sistema especificada de las luminarias para determinar la demanda de energía. Se asume una relación lineal entre la potencia y el flujo luminoso en el estado atenuado para las luminarias controladas por la luz solar. Los tiempos de uso y la iluminancia nominal se determinan a partir de los perfiles de uso de los espacios. Las luminarias encendidas que se excluyen explícitamente del control también tienen en cuenta los tiempos de uso especificados. Los sistemas de control de la luz solar usan una lógica de control simplificada que los cierra con una iluminancia horizontal de 27,500 lx. El año natural 2022 se usa solo como referencia. No es una simulación de este año. El año de referencia solo se utiliza para asignar los días de la semana a los resultados calculados. No se contempla el cambio al horario de verano. El tipo de cielo de referencia utilizado es el cielo medio descrito en CIE 110 sin luz solar directa. El método fue desarrollado junto con el Fraunhofer Institute for Building Physics y está disponible para su revisión por parte del Grupo de trabajo conjunto 1 ISO TC 274 como una extensión del método basado en regresión anual anterior.
-----------------------	---

F	
Factor de degradación	Véase MF

Glosario

Flujo luminoso	Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria. Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: Φ
<hr/>	
G	
g_1	Con frecuencia también U_o (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{min} y E y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
g_2	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{min} y E_{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.
Grupo de control	Un grupo de luminarias que se atenúan y controlan juntas. Para cada escena de iluminación, un grupo de control proporciona su propio valor de atenuación. Todas las luminarias dentro de un grupo de control comparten este valor de atenuación. Los grupos de control con sus luminarias los determina DIALux automáticamente en función de las escenas de iluminación creadas y sus grupos de luminarias.
<hr/>	
I	
Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E_h .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E_v .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ , entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I

Glosario

Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E
---------------------	---

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m^2 año
------	---

LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
------	---

LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
-----	--

LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).
-----	--

M

MF	(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $\text{RMF} \times \text{LMF} \times \text{LLMF} \times \text{LSF}$.
----	---

O

Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).
----------------	--

Glosario

P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica
	Unidad: Vatio Abreviatura: W

Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.
------------	--

R

R_{UGj} max	(engl. rating unified glare) Medida del deslumbramiento psicológico en espacios interiores. Además de la luminancia de las luminarias, el valor del nivel de R_{UGj} también depende de la posición del observador, la dirección visual y la luminancia ambiental. El cálculo se realiza mediante el método de la tabla, consulte CIE 117. Entre otras cosas, EN 12464-1:2021 especifica unos valores R_{UGj} - R_{UGj} máximos permisibles para varios lugares de trabajo en interiores.
---------------	---

Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W. Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la luminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).
----------------------	---

RMF	(ingl. room maintenance factor)según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
-----	---

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.
--	--

U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.
-----------	--

Z

Zona marginal	Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.
---------------	--