

TEC | Tecnológico de Costa Rica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Modelo de sistemas electromecánicos integrados de gestión para pequeñas y medianas empresas (pymes) en el sector industrial aplicado en La Nacional S. A. según la norma ISO 50001

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial con el grado académico de Licenciatura

Oscar Mario Saborío Ortiz

II SEMESTRE 2023



Agencia de Acreditación de programas
de Ingeniería y de Arquitectura

Modelo de sistemas electromecánicos integrados de gestión para pequeñas y medianas empresas (pymes) en el sector industrial aplicado en La Nacional SA según la norma ISO 50001 © 2023 por Oscar Saborío Ortiz tiene licencia de Atribución-No Comercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Coordinador de TFG

Ing. Ignacio del Valle

Profesor guía

Ing. Suzanne Melara

Asesor industrial

Ing. Jose Arias Madrigal

Jurado examinador

1. Ing. Juan Rojas

2. Ing. Julio Rojas

Datos personales

Nombre: Oscar Mario Saborío Ortiz

Cédula: 116630190

Carné: 2015123715

Edad: 26

Teléfono Celular: +506 7299 8710

Correo Electrónico: oscarzgt17@gmail.com / oscsabort@estudiantec.cr /
osaborio@lanacional.co.cr

Dirección Exacta: Del antiguo Mall Don Pancho en San Antonio de Coronado, San José,
350 metros Este y 50 metros Norte.

Datos de la empresa

Nombre: La Nacional S. A.

Actividad Principal: Distribución, Importación de Licores, Producción de Vino.

Dirección: San José, Moravia, San Vicente, Barrio Saprissa, de la Municipalidad 300m
Este, 50m Sur, 50m Este.

Contacto: Ing. Jose Arias Madrigal

Correo: jmadrigal@lanacional.co.cr / joseariasmadrigal@gmail.com

Teléfono: +506 8310 0858

Carta de Aceptación de la Empresa

La Nacional S.A

Moravia, San José, Costa Rica

27 de abril del 2023



Estimado Ing. Ignacio del Valle Granados, Escuela de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Por este medio me permito comunicarle que nuestra empresa, La Nacional S.A está dispuesta a aceptar la solicitud proveniente del estudiante Oscar Mario Saborío Ortiz con cédula 01-1663-0190 y cuyo carné estudiantil corresponde a 2015123715, para que pueda realizar su Proyecto de Graduación llamado: ***“Modelo de sistemas electromecánicos integrados de gestión para pequeñas y medianas empresas (PYMES) en el sector industrial aplicada en La Nacional S.A”.***

La empresa se compromete a que el Ing. Jose Arias Madrigal cuyo correo electrónico corresponde a: joseariasmadrigal@gmail.com se encargue de brindar el apoyo requerido por el estudiante para el desarrollo de su proyecto y aprobar los avances realizados por el estudiante.

La empresa La Nacional S.A solicita cordialmente confidencialidad respecto a los datos, detalles y procesos que se involucren en el desarrollo del proyecto del estudiante, por lo que se pide amablemente que dicho proyecto sea de conocimiento tanto del estudiante como de los profesores a cargo de este.

De antemano agradezco la ayuda brindada.

Saludos cordiales,

Ing. Jose Arias Madrigal

Firma

Declaratoria de autenticidad


Declaro que el presente proyecto de graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Moravia, San José, 17 de Octubre del 2023

Firma: _____



Oscar Saborío Ortiz

116630190

Resumen

La Nacional S. A. es una empresa productora de vinos e importadora y distribuidora de licores. Para mayo del 2023, pasó sus operaciones administrativas, bodegas e inventarios a la localidad de Moravia, por lo que dichas instalaciones tuvieron que ser remodeladas para la habitación de los colaboradores. Los circuitos actuales están colapsando, lo cual ha provocado que equipos se dañen, generen arcos eléctricos que pueden afectar a las personas o a los inventarios, ya que podrían provocar un incendio catastrófico. Para solucionar la problemática presentada, se hizo uso del NEC 2014 para la elaboración del diseño eléctrico sustituyendo únicamente los equipos que deben ser cambiados y reacomodando los circuitos para aprovechar al máximo los tableros y los disyuntores disponibles. Para esto, se midió con multímetro de gancho digital las corrientes y los voltajes que pasan por fase en cada uno de los tableros para evitar el sobrecalentamiento de los cables, principal causa de incendios en las industrias, según bomberos de Costa Rica, así como el sobredimensionamiento de las cargas en los tableros eléctricos junto con las protecciones de cortocircuitos adecuadas. Por otra parte, se realizó el análisis de cortocircuito mediante el método de impedancias para determinar la corriente de cortocircuito en una eventual falla en la acometida de La Nacional S. A. y verificar la viabilidad del diseño propuesto. Adicionalmente, se diseñó un sistema contra incendios que involucra la detección, según la NFPA 72 2016, y un sistema de supresión, mediante la norma NFPA 10 2018. Para calcular la viabilidad de la implementación, se realizó un análisis del costo-beneficio que contrastó los beneficios intangibles con los costos por instalación y funcionamiento, dando un resultado de 2, lo que significa que es viable proteger La Nacional S. A. Para validar el análisis de costo beneficio, se solicitaron dos cotizaciones individualmente para la instalación eléctrica y otra para los sistemas contra incendios en el cual se contrasta los costos de adquisición e instalación contra el riesgo de no poseerlo. Asimismo, se cotizaron vía internet los precios de repuestos u otros, ya que de algunos proveedores no se obtuvo respuesta.

Palabras clave:

Cortocircuito, Diseño Eléctrico, Método de Impedancia, Detección de Incendios, Supresión de Incendios, Análisis de Costo Beneficio

Abstract

La Nacional S.A is a wine producing company, importer and distributor of liquor which that May 2023 moved its administrative operations, warehouses and inventories to Moravia. These structures had to be remodeled for the employee's occupation, so the Current circuits are collapsing, which has caused equipment to be damaged, generate electrical arcs that can affect people or inventories, potentially causing a catastrophic fire. To solve the problem presented, the NEC 2014 was used to prepare the electrical design, replacing only the equipment that must be changed and rearranging the circuits to make the most of the available panels and circuit breakers, measuring the currents and voltages with a digital hook multimeter. that pass by phase in each of the panels to avoid overheating of the cables, the main cause of fires according to Costa Rican firefighters in industries, as well as the oversizing of loads in the electrical panels along with adequate short circuit protection, for On the other hand, the short circuit analysis was carried out using the impedance method to determine the short circuit current in an eventual failure in the connection of La Nacional S.A and verify the viability of the proposed design. Additionally, a firefighting system was designed that involves the detection according to NFPA 72 2016 and a suppression system using the NFPA 10 2018 standard. To calculate the feasibility of the implementation, a cost-benefit analysis was carried out that contrasted the intangible benefits with the installation and operation costs, giving a result of 2, which means that it is viable to protect La Nacional S.A. To validate the cost-benefit analysis, two quotes were requested individually for the electrical installation and another for the fire protection systems in which the acquisition and installation costs were contrasted against the risk of not having it. The prices of spare parts were also quoted via the Internet. or others since no response was obtained from some suppliers.

Key Words:

Short Circuit, Electrical Design, Impedance Method, Fire Detection, Fire Suppression, Cost Benefit Analysis

Dedicatoria

A mi madre por su apoyo inquebrantable, paciencia y amor.

A mi esposa por su positivismo y apoyo fundamental.

A mi padre por su fe y orgullo.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mi hijo quien es lo más bendito que tengo y que me ha impulsado a ser una mejor persona.

A todos aquellos que han formado parte de este proceso y me han querido ver en este punto.

Sin ustedes no sería posible, gracias a ser todos por ser mi inspiración, con mucha gratitud y amor.

Agradecimiento

Primeramente, a Dios, por permitirme sobrellevar cualquier situación que estuviese pasando por más difícil que fuera.

A todas las personas que han estado a mi lado con fe y entusiasmo, principalmente mis amigos, mi familia y mi mejor amiga Patricia Cruz, quien me ha brindado la mano de una forma inexplicable.

A todo mi equipo de trabajo de La Nacional S. A. quienes a lo largo del tiempo han demostrado ser casi una familia para mí.

Índice general

Capítulo I	1
1. Introducción	1
2. La Nacional S. A.....	2
2.1. Reseña histórica.....	2
2.2. Misión.....	3
2.3. Visión	3
2.4. Valores	3
2.5. Estrategia de negocio	4
2.6. Proceso productivo del vino 1	5
2.7. Proceso productivo del vino 2.....	6
3. Planteamiento del problema.....	7
4. Objetivos	11
4.1. Objetivo general	11
4.2. Objetivos específicos.....	11
5. Metodología del proyecto	12
6. Alcance	14
Capítulo II.....	15
1. Marco teórico	15
1.1. Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).....	15
1.2. Plano eléctrico	15
1.2.1. Diseño eléctrico	15
1.2.2. Canalización eléctrica	15
1.2.3. Diagrama unifilar eléctrico	15
1.2.4. Plano iluminación	16
1.3. Instalación eléctrica	16
1.3.1. Conductor eléctrico.....	16
1.3.2. Tableros.....	16
1.3.3. Disyuntores	16
1.3.3.1. Tipos de funcionamiento.....	17

1.3.3.1.1.	Disyuntores térmicos	17
1.3.3.1.2.	Disyuntores magnéticos.....	17
1.3.3.2.	Tipos de disyuntor.....	17
1.3.3.2.1.	Disyuntores estándar.....	17
1.3.3.2.2.	Disyuntores de falla a tierra.....	17
1.3.3.2.3.	Disyuntores de falla de arco eléctrico.....	17
1.4.	Acometida.....	17
1.5.	Transformadores	18
1.5.1.	Conexión estrella	18
1.5.1.1.	Corriente de línea y corriente de fase.....	18
1.5.1.2.	Voltaje de línea y voltaje de fase	18
1.5.2.	Conexión delta	18
1.5.2.1.	Corriente de línea y corriente de fase.....	19
1.5.2.2.	Voltaje de línea y voltaje de fase	19
1.5.3.	Conexión estrella-delta	19
1.5.4.	Armónicos de voltaje	19
1.6.	Eficiencia energética.....	19
1.7.	Edificación sostenible.....	20
1.8.	Fallas.....	20
1.8.1.	Arco eléctrico.....	20
1.8.2.	Cortocircuito	20
1.8.3.	Análisis de cortocircuito	20
1.9.	Método de impedancia para cortocircuitos.....	21
1.9.1.	Ley de Ohm.....	21
1.9.2.	Impedancia	21
1.10.	Sistema de detección de incendios	21
1.10.1.	Incendios	22
1.10.2.	Clasificación del fuego.....	22
1.10.3.	Haz de luces	22
Capítulo III		23
1.	Generalidades del proyecto.....	23

1.1.	Información sobre el área industrial	23
2.	Propuesta de diseño eléctrico monofásico	25
2.1.	Demanda máxima de los circuitos ramales generales	25
2.2.	Factor de corrección	25
2.3.	Lista de equipos	26
2.4.	Tomacorrientes	26
2.5.	Tomacorrientes especiales GFCI.....	30
2.6.	Luminarias	31
2.7.	Luminarias en oficinas administrativas	32
2.8.	Salida especial para termoduchas	34
2.9.	Salida especial para cocinas	35
2.10.	Salida especial para secadora.....	36
2.11.	Salida especial para aire acondicionado	36
2.12.	Subalimentador tablero principal oficinas (TPO).....	37
2.13.	Neutro tablero principal oficinas (TPO)	38
2.14.	Tabla resumen cargas monofásicas-bifásicas	39
3.	Propuesta de diseño eléctrico trifásico.....	41
3.1.	Corrientes nominales en los motores.....	41
3.2.	Selección de conductores.....	41
3.3.	Selección de contactores.....	42
3.4.	Selección protección contra sobrecargas	43
3.5.	Selección protección contra cortocircuito	44
3.6.	Alimentador y disyuntor principal (TP1)	44
3.7.	Tabla resumen de motores trifásicos	45
4.	Puesta a tierra.....	47
5.	Caída de tensión.....	49
5.1.	Circuitos monofásicos	49
5.2.	Circuitos trifásicos.....	50
6.	Análisis del estudio de cortocircuito.....	52
6.1.	Generalidades	52
6.2.	Impedancias de los conductores eléctricos.....	52

6.3.	Impedancias de los motores, compresores y equipos	53
6.4.	Impedancias de la red	54
6.5.	Cálculos en serie y paralelo	54
6.6.	Diagrama unifilar para el cortocircuito	55
6.7.	Cálculo de la impedancia (Z) pu.....	56
6.7.1.	Paralelo	56
6.7.2.	Paralelo	57
6.7.3.	Serie	58
6.7.4.	Serie	59
6.7.5.	Paralelo	60
6.7.6.	Serie	61
6.7.7.	Paralelo	62
6.7.8.	Serie	63
6.7.9.	Paralelo	64
6.8.	Cálculo de la corriente de cortocircuito en la barra principal.....	65
7.	Propuesta de diseño para detección de incendios	66
7.1.	Generalidades detección	66
7.2.	Sensores de humo	68
7.2.1.	Cálculos.....	68
7.2.2.	Ubicación	70
7.3.	Sensores de calor o temperatura	71
7.4.	Sensores de haz de luces (óptico / beam)	71
7.5.	Estaciones manuales de iniciación	72
7.6.	Sistemas de notificación audible y visible.....	72
7.6.1.	Audible.....	73
7.6.2.	Visible.....	73
7.7.	Panel de control	74
7.8.	Baterías	74
7.9.	Fuentes de poder	76
8.	Propuesta de diseño para supresión de incendios	76
8.1.	Requisitos, selección y capacidad de los extintores	76

8.2.	Instalación y ubicación de los extintores	77
8.2.1.	Instalación	77
8.2.2.	Ubicación	77
8.3.	Resumen de extintores	78
9.	Análisis beneficio costo (B/C)	79
9.1.	Presupuesto de la inversión	79
9.2.	Cotizaciones	79
9.3.	Costo total aproximado	80
9.4.	Beneficios no monetarios (no ingreso de dinero).....	80
9.4.1.	Inventario de seguridad	80
9.4.2.	Línea de producción	80
9.4.3.	Costos por reparación	81
9.5.	Cálculo del B/C	83
9.6.	Análisis del beneficio/costo (B/C)	83
9.7.	Período de recuperación de la inversión (PRI).....	84
	Capítulo IV	86
	Conclusiones	86
	Recomendaciones.....	88
	Referencias	89
	REFERENCIAS ADICIONALES EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	90
	Apéndices	91
1.	Lista de Equipos	91
2.	Tomacorrientes.....	95
2.1.	Tomacorrientes Para Recintos y Bodegas	95
2.2.	Tomacorrientes Para Circuito II	97
2.3.	Tomacorrientes Para Circuito GFCI II	99
3.	Tablas Luminarias	100
4.	Cálculo Tableros	101
4.1.	Tablero Destilería Centroamericana Monofásico (TDCM).....	101
4.2.	Tablero Áreas Comunes (TAC).....	102
4.3.	Tablero Carga y Descarga (TCD).....	104

4.4.	Tablero Destilería Centroamericana Trifásico (TDCT)	105
5.	Caídas de Tensión Resultados.....	106
5.1.	Resultados Caída de Tensión Monofásica.....	106
5.2.	Tablas Caída de Tensión Monofásica para Diseño Propuesto	108
5.3.	Resultados Caída de Tensión Trifásica	110
5.3.1.	Cálculo de Ze	110
5.3.2.	Cálculo Caída de Tensión	111
6.	Impedancias.....	111
6.1.	Impedancia calibre de los Conductores	111
6.2.	Porcentaje de impedancias de los motores, compresores y equipos.....	113
7.	Lista de Materiales para Presupuesto de la Inversión y Análisis Costo Beneficio	113
7.1.	Lista de Material para Rediseño Eléctrico.....	113
7.2.	Lista de Material para Diseño del Sistema de Detección de Incendios.....	114
7.3.	Lista de Material para Extintores Manuales Portátiles.....	115
8.	Distribución Actual de La Nacional S.A.....	116
8.1.	Plano de Distribución	116
8.2.	Plano de Distribución de Tomacorrientes y Salidas Especiales	119
8.3.	Plano de Distribución de Luminarias	121
8.4.	Tableros Eléctricos o Centros de Cargas	124
9.	Propuestas de Diseño para La Nacional S.A.....	129
9.1.	Diseño Distribución de Circuitos para Tomacorrientes y Salidas Especiales	129
9.2.	Diseño Distribución de Circuitos para Luminarias	131
9.3.	Tableros o Centros de Cargas para los Diseños Propuestos.....	134
9.4.	Diseño Propuesto Sistema de Detección y Supresión de Incendios.....	137
Anexos.....		140
1.	Formulario Condiciones Actuales CFIA.....	140
2.	Condiciones Actuales de la Instalación.....	145
3.	Tablas y Figuras del NEC 2014 para Rediseño Eléctrico	148
3.1.	Tablas 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C	148

3.2.	Tabla 310.15(B)(16): Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)*	149
3.3.	Capítulo 9 Tabla 1: Porcentaje de sección transversal de conductos y tuberías para conductores y cables	150
3.4.	Capítulo 9 Tabla 5: Dimensiones de conductores aislados y de cables de artefactos	150
3.5.	Tabla 250.122: Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos	151
3.6.	Capítulo 9, Tabla 4: Dimensiones y área porcentual de conductos y tuberías (áreas de conductos o tuberías para las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)	151
3.7.	Tabla 220.54: Factores de demanda para secadoras eléctricas domésticas de ropa .	152
3.8.	Tabla 430.52: Valor nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos ramales de motores	152
3.9.	Tabla 310.15(B)(17): Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre basadas en una temperatura ambiente de 30°C (86°F).....	153
3.10.	Tabla 250.66: Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna	154
3.11.	Capítulo 9 Tabla 9: Resistencia y Reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75° C (167°F)-Tres conductores individuales en un conducto	155
4.	Tablas del NEC 2014 para Análisis de Cortocircuito	156
4.1.	Tabla 430.250: Corriente de plena carga de motores trifásicos de corriente alterna	156
4.2.	Tabla 430.251(B) Tabla de conversión de corriente polifásicas máximas de rotor bloqueado, de diseño B, C y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño	157
5.	Tablas y Figuras de la NFPA 72 2016	158
5.1.	Tabla 17.6.3.5.1: Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso	158
5.2.	Tabla 17.6.2.1: Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendio sensores de calor	158

5.3.	Consideraciones 17.14.8.1-17.14.8.6	159
5.4.	Tabla 18.5.5.4.1(a): Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes.....	159
6.	Tablas y Figuras de la NFPA 10 2018	160
6.1.	Tabla 6.3.1.1: Tamaño y Colocación de extintores para riesgos clase B	160
7.	Fichas Técnicas SIEMENS para Sistemas Contra Incendios.....	161
7.1.	Sensor de Humo OP921	161
7.2.	Sensor de Calor o Temperatura HI921	165
7.3.	Sensor de Humo por Haz de Luz PBA-1191.....	169
7.4.	Estación Manual	171
7.5.	NAC (Circuitos de Notificación) FDS229-R	173
7.6.	Panel de Control FC922	181
7.7.	Fuente de Poder PAD 4	186
8.	Cotizaciones	187
8.1.	Oferta Económica ITESA S.A.....	187
8.2.	Oferta Económica Depósito Arenal.....	191

Índice de figuras

Figura 1: Estrategia de Negocio de La Nacional S. A.	4
Figura 2: Proceso productivo del vino 1	5
Figura 3: Proceso productivo del vino 2.....	6
Figura 13: Tablero con tierra independiente.....	10
Figura 14: Tomacorriente con cables unidos	10
Figura 20: Conexión estrella.....	18
Figura 21: Conexión delta.....	19
Figura 22: Plano de distribución La Nacional S. A.	23
Figura 23: Plano de distribución segunda planta La Nacional S. A.	24
Figura 24: Plano de distribución tercera planta La Nacional S. A.....	24
Figura 25: Temperatura mínima, promedio y máxima para Moravia.....	25
Figura 26: Selección calibre conductor para tomacorrientes	29
Figura 28: Selección Canalización para Tomacorrientes.....	29
Figura 27: Selección calibre tierra para tomacorrientes	29
Figura 28: Selección canalización para tomacorrientes.....	30
Figura 29: Selección del calibre para alimentación y neutro.....	33
Figura 30: Selección del calibre para tierra	33
Figura 31: Aire acondicionado Extralum, 15.95A.....	37
Figura 32: Distribución de motores	41
Figura 33: Tabla de contactores NEMA	43
Figura 34: Ejemplo selección calibre conductor de electrodo para TAC	48
Figura 46: Datos para corriente de cortocircuito	54
Figura 47: Diagrama unifilar de cortocircuito	55
Figura 48: Reducción en paralelo 1	56
Figura 49: Diagrama unifilar post reducción 1	56
Figura 50: Reducción en paralelo 2	57
Figura 51: Diagrama unifilar post reducción 2.....	57
Figura 52: Reducción en serie 1.....	58
Figura 53: Diagrama unifilar post reducción 3	58

Figura 54: Reducción en serie 2.....	59
Figura 55: Diagrama unifilar post reducción 4.....	59
Figura 56: Reducción en paralelo 3.....	60
Figura 57: Diagrama unifilar post reducción 5.....	60
Figura 58: Reducción en serie 3.....	61
Figura 59: Diagrama unifilar post reducción 6.....	61
Figura 60: Reducción en paralelo 4.....	62
Figura 61: Diagrama unifilar post reducción 7.....	62
Figura 62: Reducción en serie 4.....	63
Figura 63: Diagrama unifilar post reducción 8.....	63
Figura 64: Reducción en paralelo 5.....	64
Figura 65: Diagrama unifilar post reducción 9.....	64
Figura 68: Rango sensores de humo.....	70
Figura 69: Selección de aparatos de notificación visible.....	73
Figura 77: Plano de Distribución Primer Nivel La Nacional S.A.....	116
Figura 78: Plano de Distribución Segundo Nivel La Nacional S.A.....	117
Figura 79: Plano de Distribución Tercer Nivel La Nacional S.A.....	118
Figura 80: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Primer Nivel La Nacional S.A.....	119
Figura 81: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Segundo Nivel La Nacional S.A.....	120
Figura 82: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Tercer Nivel La Nacional S.A.....	120
Figura 83: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Primer Nivel La Nacional S.A.....	121
Figura 84: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Segundo Nivel La Nacional S.A.....	122
Figura 85: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Tercer Nivel La Nacional S.A.....	123
Figura 86: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TA.....	124
Figura 87: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TB.....	124
Figura 88: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TC.....	125
Figura 89: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TD.....	125
Figura 90: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TE.....	126

Figura 91: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TF.....	126
Figura 92: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TG	127
Figura 93: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TH.....	127
Figura 94: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TI	128
Figura 95: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Primer Nivel La Nacional S.A	129
Figura 96: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Segundo Nivel La Nacional S.A	130
Figura 97: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Tercer Nivel La Nacional S.A	130
Figura 98: Diseño Propuesto Luminarias Primer Nivel La Nacional S.A.....	131
Figura 99: Diseño Propuesto Luminarias Segundo Nivel La Nacional S.A.....	132
Figura 100: Diseño Propuesto Luminarias Tercer Nivel La Nacional S.A	133
Figura 101: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TP1	134
Figura 102: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TDCT	134
Figura 103: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TDCM.....	135
Figura 104: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TPO	135
Figura 105: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TAC.....	136
Figura 106: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TCD.....	136
Figura 107: Diseño Sistema Contra Incendios Primer Nivel La Nacional S.A	137
Figura 108: Diseño Sistema Contra Incendios Segundo Nivel La Nacional S.A.....	138
Figura 109: Diseño Sistema Contra Incendios Tercer Nivel La Nacional S.A	139
Figura 4: Datos Generales Condición Instalación	140
Figura 5: Documentación Condición Instalación	140
Figura 6: Sistema de Puesta a Tierra y contra Descargas Condición Instalación.....	141
Figura 7: Espacios Físicos y Cuarto Eléctrico Condición Instalación	141
Figura 8: Tableros y Protecciones Condición Instalación	142
Figura 9: Conductores Condición Instalación.....	142
Figura 10: Receptáculos, Apagadores y Motores Condición Instalación	143
Figura 11: UPS y Equipos de AC y Ventilación Condición Instalación	143
Figura 12: Generador y Sistemas de Emergencia Condición Instalación.....	144
Figura 15: Tomacorriente expuesto	145

Figura 16: Tablero sin conexión a tierra	145
Figura 17: Bombilla expuesta	146
Figura 18: Caja expuesta con unión de cables para alimentación del motor del portón eléctrico	146
Figura 19: Conexión a motor eléctrico con calibre de cable no adecuado	147
Figura 35: Tabla 310.15(B)(2)(a)	148
Figura 36: Tabla 310.15(B)(16).....	149
Figura 37: Tabla 1 Capítulo 9	150
Figura 38: Tabla 5 Capítulo 9	150
Figura 39: Tabla 250.122	151
Figura 40: Tabla 4 Capítulo 9	151
Figura 41: Tabla 220.54	152
Figura 42: Tabla 430.52	152
Figura 43: Tabla 310.15(B)(17)	153
Figura 44: Tabla 250.66	154
Figura 45: Tabla 9 Capítulo 9	155
Figura 66: Tabla 430.250	156
Figura 67: Tabla 430.251(B).....	157
Figura 70: Tabla 17.6.3.5.1	158
Figura 71: Tabla 17.6.2.1	158
Figura 72: Consideraciones 17.14.8.1-17.14.8.6	159
Figura 73: Tabla 18.5.5.4.1(a)	159
Figura 74: Tabla 6.3.1.1	160
Figura 75: Oferta Económica ITESA S.A	190
Figura 76: Proforma Depósito Arenal.....	192

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de Equipos Preliminar de La Nacional S.A por Recinto.	9
Tabla 2: Metodología del Proyecto.....	12
Tabla 4. Cantidad de Tomacorrientes propuestos para las oficinas administrativas.	27
Tabla 9. Cantidad de Tomacorrientes propuestos para el circuito I	28
Tabla 19. Cantidad de Tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito I	31
Tabla 22. Cantidad de Luminarias propuestos para La Nacional S.A	33
Tabla 24. Cálculo Alimentador Monofásico TPO	37
Tabla 25. Cálculo Alimentador-Neutro Monofásico TPO.....	38
Tabla 31. Cálculo Alimentador Monofásico.....	39
Tabla 32. Resumen de Circuitos Trifásicos	45
Tabla 33. Resumen Varillas Puesta a Tierra.....	48
Tabla 40. Impedancia de los Calibres para Cortocircuito.....	53
Tabla 41. Distribución de Sensores	66
Tabla 42. Efectividad del Alcance de los Sensores de Humo.....	68
Tabla 43. Cantidad de Módulos para Panel de Control	74
Tabla 44. Corriente de reposo.....	75
Tabla 45. Corriente de Alarma.....	75
Tabla 46. Tabla Resumen con Distribución de las PAD 4	76
Tabla 47. Tabla Resumen con los Extintores distribuidos por zona y por tipo	78
Tabla 51. Costos por Reparación para distintos Equipos a una Falla.....	82
Tabla 52. Costos de Reparación en Múltiples Escenarios	82
Tabla 53. Cálculo del B/C en Distintos Escenarios	83
Tabla 54. Reporte de Ventas 2022 La Nacional S.A	84
Tabla 54. Flujo de entradas de efectivo operativo	84
Tabla 3. Lista de Equipos Totales en La Nacional S.A	91
Tabla 5. Cantidad de Tomacorrientes para Recintos y Bodegas	95
Tabla 6. Cantidad de Tomacorrientes para Amenidades, Anexos y Baños	95
Tabla 7. Cantidad de Tomacorrientes para Cuarto de Monitoreo y Bodega Administrativa	96
Tabla 8. Cantidad de Tomacorrientes para Bodegas de Producción y Laboratorio de Mediciones	96

Tabla 10. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito II	97
Tabla 11. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito III	97
Tabla 12. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito IV	97
Tabla 13. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito V	98
Tabla 14. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VI.....	98
Tabla 15. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VII.....	98
Tabla 16. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VIII	98
Tabla 17. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito IX.....	98
Tabla 18. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito X	99
Tabla 20. Cantidad de Tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito II.....	99
Tabla 21. Cantidad de Tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito II.....	99
Tabla 23. Cantidad de Luminarias por zona en La Nacional S.A.....	100
Tabla 26. Alimentador y Neutro TDCM.....	101
Tabla 27. Alimentador TAC	102
Tabla 28. Neutro TAC	103
Tabla 29. Alimentador TCD	104
Tabla 30. Neutro TCD	105
Tabla 34. Resumen de Caída de Tensión Circuitos Monofásicos	106
Tabla 35. Diseño antes del cálculo para caídas de tensión monofásica.....	108
Tabla 36. Cálculo de Resistencia para cada Equipo	110
Tabla 37. Resumen de Caída de Tensión Circuitos Trifásicos	111
Tabla 38. Impedancia de los Calibres para Cortocircuito.....	111
Tabla 39. Porcentaje Impedancia de los Calibres para Cortocircuito.....	113
Tabla 48. Lista de Material Eléctrico.....	113
Tabla 49. Lista de Material Detección de Incendios.....	114
Tabla 50. Lista de Material Supresión de Incendios.....	115

Capítulo I

1. Introducción

En la actualidad, la ingeniería electromecánica no solamente tiene un papel fundamental en la producción y mantenimiento de máquinas y equipos, también desempeña un papel esencial en la mejora continua de la seguridad electromecánica, la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los procesos y las estructuras modernas y existentes, por lo que se optó por la realización de un rediseño electromecánico en La Nacional S. A. en dos componentes.

El primer componente es el sistema eléctrico de cualquier edificio, el cual afecta directamente el funcionamiento y la seguridad de un lugar y es importante, ya que garantizar un suministro confiable de energía eléctrica se traduce en la reducción de riesgos por cortocircuito, sobrecargas y arco eléctrico u otros posibles incidentes eléctricos que son problemas críticos que atentan contra la seguridad humana e institucional.

Los sistemas contra incendios son el segundo componente, los cuales son necesarios en edificaciones residenciales, comerciales e industriales y son esenciales para la protección de la vida y los bienes materiales, pues buscan minimizar el impacto de cualquier evento que involucre el fuego. Los sistemas de detección son los que permiten una alerta temprana para una mayor reacción y un sistema de supresión que permita extinguir las llamas que pueden resultar en un problema.

En ocasiones, cuando la inversión económica no se ve justificada por ingresos, se puede calcular los beneficios intangibles que compensen dicha inversión, por ello, la realización de un análisis de costo beneficio permite evaluar entonces los costos en contraste con la viabilidad de instalación para tomar una decisión bien informada, así como la implementación de propuestas para la mejora.

El propósito de esta práctica profesional consiste en la evaluación de las condiciones actuales de La Nacional S. A. y un posterior rediseño eléctrico en el cual, para asegurar su funcionamiento, se realizará un análisis de cortocircuito, así como también la realización del diseño de un sistema de detección y supresión de incendios, con el objetivo de garantizar la seguridad de los colaboradores, las instalaciones, los vecinos y los activos de la empresa, y un análisis de costo beneficio que permita visualizar la viabilidad de implementación de este proyecto de manera que beneficie a la organización, los clientes y la comunidad.

2. La Nacional S. A.

2.1. Reseña histórica

Los propietarios de La Nacional S. A. empezaron como una licorera en las paradas de buses de Alajuelita y Hatillo, ubicada en San José cerca del “Banco Negro” del BCR, en 1989. Al cabo de un tiempo, empezaron a crecer sobre la competencia al punto de tener 5 negocios en la capital, tiempo en el que se luchó contra el contrabando y otros negocios de la misma índole, ya que era la única forma de adquirir licor.

Después de unos años, los licores empezaron a distribuirse en supermercados y otros establecimientos, por lo que era más fácil su adquisición por parte de la población. Para poder hacer frente a esta nueva necesidad, los propietarios de La Nacional S. A. se asocian junto con otros pequeños negocios con el fin de abarcar la mayor parte del GAM, lo cual provocó que en el proceso una de las compañías más grandes de la época quebrara financieramente, con lo que lograron posicionarse como una de las empresas de distribución más fuertes que había al punto de que pasaron de ser licorera de punto de venta a distribuidor mayorista para otros minoristas.

Como parte del programa de expansión de la empresa, se adquirió La Nacional S. A. en el año 2007, empresa con la cual ya los propietarios comenzaron a producir sus propias marcas y que actualmente es la más antigua en el mercado de la importación costarricense, siendo el producto principal el vino y las sus marcas más reconocidas son Monasterio, Corobicí y Sabanero, vinos 100% artesanales producidos con producto 100% natural en la localidad de Moravia, San José.

Con la adquisición de La Nacional S. A. no solo se comenzó la producción de vino, sino que también se fortaleció la distribución de otras bebidas (Arizona, Battery Energy Drink), licores (Bacardí, Baileys, José Cuervo, 1800, Coco López, Tierra del Fuego, entre otros), y cervezas internacionales. Se fortaleció la distribución de todo el inventario del momento, importado de distintos países como España, México, Argentina, Chile, Estados Unidos, Francia, Finlandia, entre otros, junto con la distribución y producción de vinos artesanales propios de la marca de la empresa.

Actualmente, La Nacional S. A. es una empresa con una alta posición en el mercado. FANAL y Cervecería de Costa Rica son los proveedores principales a nivel nacional, con el objetivo de distribuir todo el producto en todo el país. La Nacional S. A. es una empresa líder en los productos que importa y distribuye, pues posee marcas exclusivas que representa a nivel

nacional, ya que tiene presencia en todo el mercado costarricense como proveedor de bares, licorerías, supermercados, hoteles y promotor de actividades.

2.2. Misión

Ser líderes, ofreciendo una solución al mercado comercializador de licores reconocidos por sus clientes por la constancia del surtido y por mantener una buena búsqueda frecuente de productos innovadores para sus negocios.

2.3. Visión

Ser únicos en su estilo de oferta en el mercado, distinguiéndose por proporcionar una alta calidad de servicio a sus clientes, una rentabilidad sostenida en el tiempo con oportunidades de desarrollo profesional y personal a sus colaboradores.

2.4. Valores

- Nuestro trabajo se desarrolla con honestidad e integridad, cuidando los compromisos sociales y el bienestar de nuestro consumidor final.
- La Nacional se enfoca en desarrollar socios comerciales, no clientes.
- Los socios comerciales son la base de nuestra razón de ser y, por ello, promovemos dentro de nuestra organización una cultura orientada a brindarles el mejor servicio.
- Nuestros colaboradores son la clave para lograr la satisfacción de nuestros socios comerciales, por lo que promovemos su realización personal y profesional, en un agradable ambiente de trabajo.
- Nuestros colaboradores se enfocan en su campo de acción sin limitar su proactividad.
- Priorizamos las alianzas y relaciones comerciales de largo plazo.

2.5. Estrategia de negocio

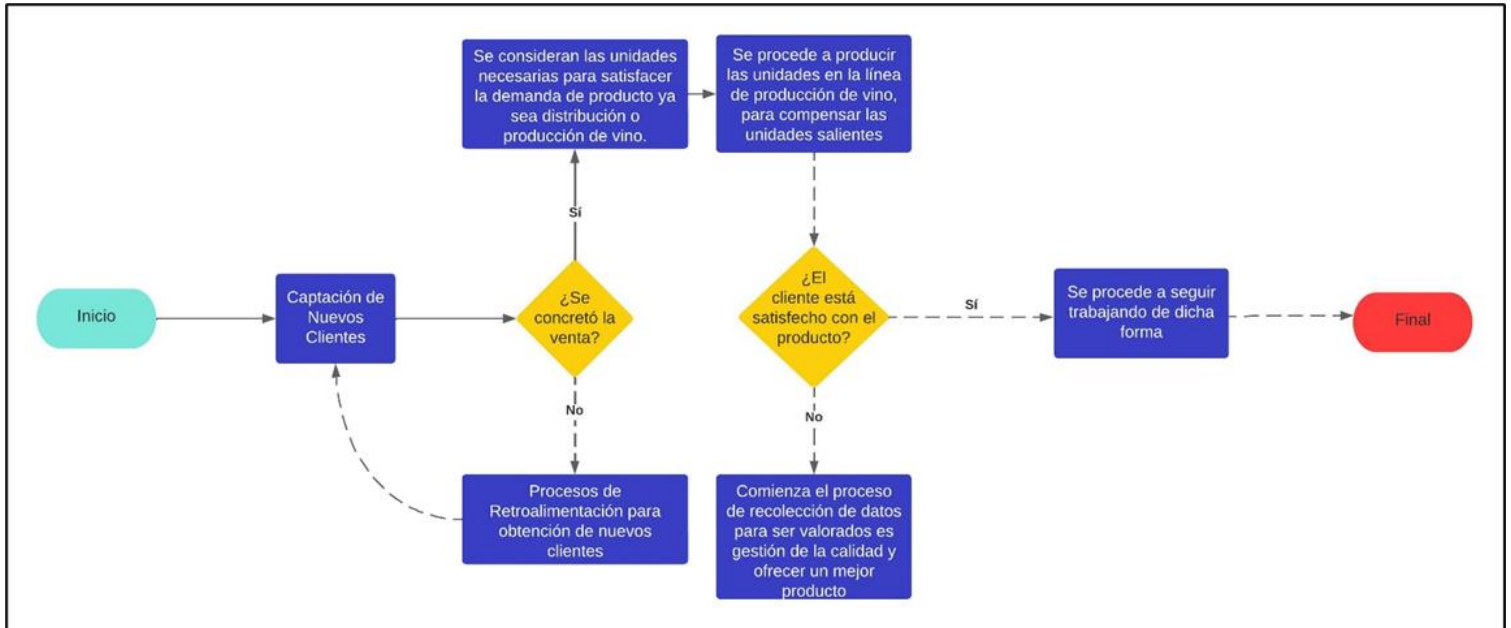


Figura 1: Estrategia de Negocio de La Nacional S. A.

Fuente: Elaboración Propia en LucidSpark

2.6. Proceso productivo del vino 1

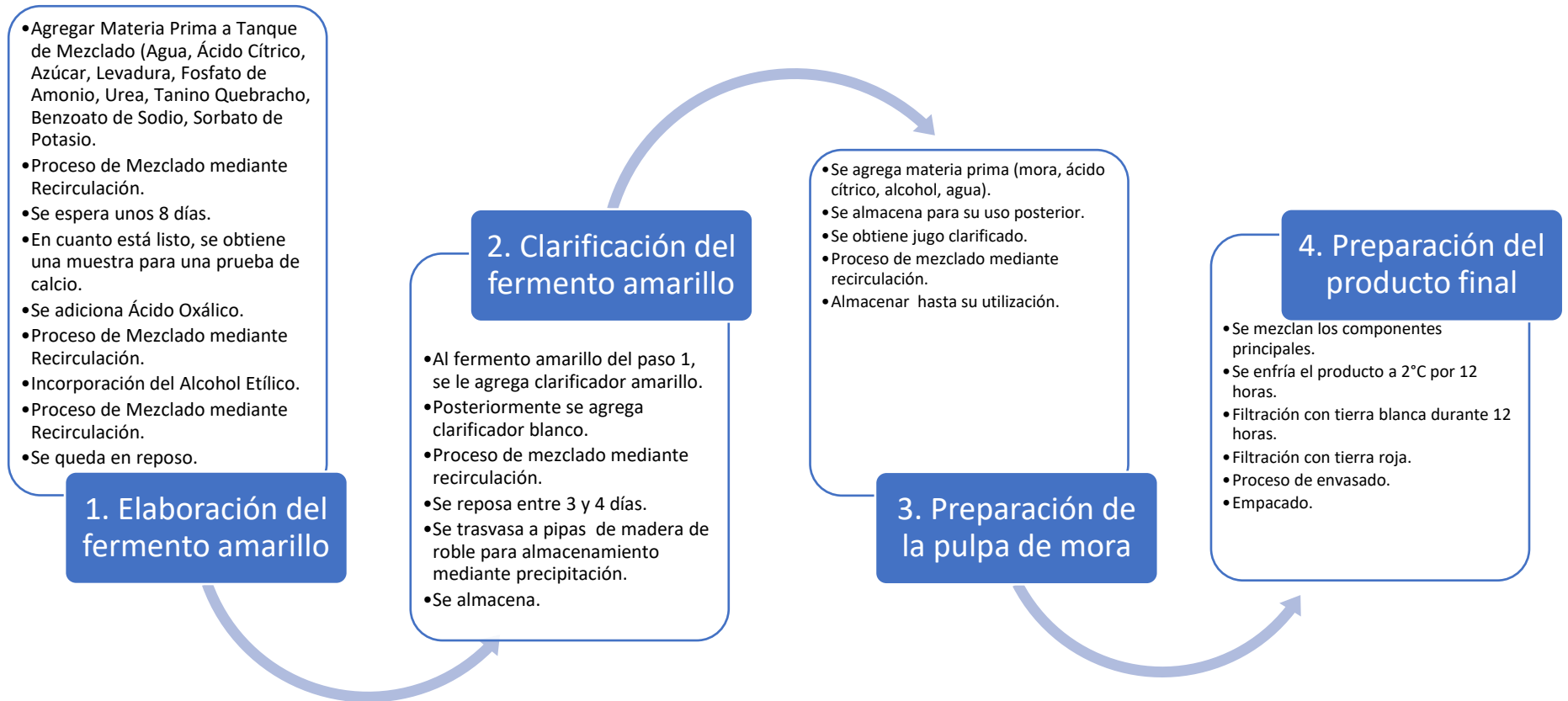


Figura 2: Proceso productivo del vino 1
Fuente: Elaboración propia en SmartArt de Word

2.7. Proceso productivo del vino 2

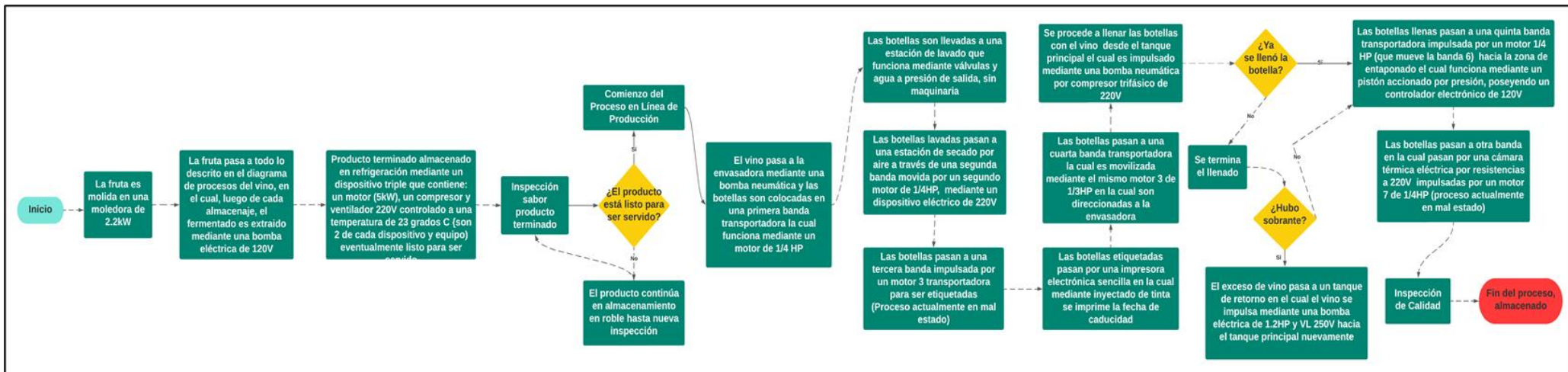


Figura 3: Proceso productivo del vino 2
 Fuente: Elaboración propia en Lucid Chart

3. Planteamiento del problema

Las instalaciones actuales de La Nacional S. A. fueron construidas en el año 1970 aproximadamente. Antes de su adquisición en el 2007 por La Nacional S. A., ya era una fábrica de vinos que contaba con otra línea de producción y, recientemente, a inicios del 2023 trasladaron todas sus operaciones; no obstante, el equipo de producción era más anticuado y poseía menos estaciones, por lo que la cantidad de circuitos y su consumo era menor, pero la actual línea de producción es más robusta para los circuitos eléctricos instalados, es decir, demanda más recurso energético, por lo que cuando está en total funcionamiento hay destellos en la iniciación de los equipos. La fábrica de vinos anterior no tenía la demanda energética que posee La Nacional S. A. en la actualidad, por lo que la producción pasó de trabajar alrededor de 10 horas semanales a hacerlo unas 40 aproximadamente, la distribución era local y ahora la distribución es a todo el territorio nacional, por lo que se tuvo incluso que acondicionar un espacio para carga y descarga de mercaderías.

La Nacional S. A. es una empresa que en los últimos 15 años mantuvo labores en Mozotal de Guadalupe, no obstante, como parte del plan de acción de mejoras y avances, la empresa decidió trasladar operaciones a su fábrica de vinos ubicada en Moravia. Las actuales instalaciones no tenían una zona de oficinas (considerando que la fábrica solo albergaba operaciones productivas), pero con el traslado de La Nacional S. A. a la fábrica de vinos, se tuvo que remodelar para poder albergar operaciones de todas las áreas administrativas (contabilidad, finanzas, producción, desarrollo, sistemas de información, marketing, TI, entre otros), por lo que la demanda del suministro eléctrico aumentó de golpe. Asimismo, se tuvo que disponer de espacio para el almacenamiento de la mercadería comprada a proveedores nacionales, la importada y el producto terminado, y la producción tuvo que concentrarse “sobrecargando” los tableros de dicha zona.

Al considerar lo anteriormente mencionado, se han comenzado a sobredimensionar y sobrecargar los circuitos haciendo que los breaker se disparen e incluso se han podido observar arcos eléctricos, debido a que ahora hay más demanda de consumo del suministro eléctrico, tanto de la zona productiva como administrativa, sin haber hecho un previo estudio técnico ni organizacional que pudiera determinar las capacidades que tienen los circuitos actuales. Esta situación supone un riesgo ante una descarga eléctrica, un cortocircuito o inclusive un incendio que pueda afectar al personal que actualmente está laborando para la empresa, así como para el

inventario de mercaderías, la línea de producción y las casas de los vecinos que habitan alrededor de la empresa.

Para poder hacer frente a esta situación, durante 4 meses las instalaciones se remodelaron adicionando tomacorrientes, cambiando las luminarias, instalando los equipos de telecomunicaciones, el servidor, el equipo de oficina y cómputo, el área de cocina, lavandería, gimnasio y demás, no obstante, no se hizo ningún estudio que avalara las cantidades adecuadas ni tampoco si fuera a soportar dichos cambios. Desde entonces han existido distintas fallas eléctricas, entre ellas sobredimensionamiento de tomacorrientes y desbalanceo de cargas, por lo que con frecuencia los breakers se disparan automáticamente por seguridad y la línea de producción se detiene, lo cual genera pérdidas. Adicionalmente a lo mencionado, los equipos externos están experimentando cortocircuitos que pueden generar daños, lo que aumenta los costos financieros por reparación, exponen la seguridad de todas las personas de la planta, ralentizan la producción y el trabajo del personal debido a la falta de suministro eléctrico.

Para determinar la condición inicial del proyecto, se llenó el formulario del informe de la condición de la instalación, el cual es proporcionado por el CFIA ([Anexo 1](#)) para agrupar los componentes eléctricos según su función y resumir de forma rápida el estado de dichos equipos.

La Nacional S. A. en la actualidad no cuenta con transformadores en sus instalaciones internas, la acometida alimenta directamente un tablero principal del cual salen todas las canalizaciones necesarias para suministrar el recurso eléctrico en toda la distribución, incluyendo el área de oficinas como el de producción. Existen equipos que actualmente podrían consumir mucha energía eléctrica como una segunda línea de producción y una segunda mezcladora, pero de momento no están en funcionamiento.

Haciendo un mapeo de las instalaciones, La Nacional S. A. cuenta con 10 tableros, la zona de producción cuenta con 8 motores, 5 bombas neumáticas, 3 bombas eléctricas, 3 compresores, 2 ventiladores o radiadores y 1 moledora, entre otros (Ver [Tabla 3. Lista de Equipos en el Apéndice 1](#) para conocer información de los equipos por zonas). Además, es importante mencionar que La Nacional S. A. no cuenta con una planta generadora de emergencia y, la conexión eléctrica, aunque si bien la mayoría está en ductos, en algunas zonas no están independizadas, están colgando o las rutas se interponen entre sí. Para organizar la información recolectada, se presentan la Tabla 1:

Tabla 1. Lista de equipos preliminar de La Nacional S. A. por recinto

Tabla de equipos		
ZONA	EQUIPOS	CANTIDAD
Producción	Motor	8
	Bomba	5
	Ventilador	3
Producción	Compresor	4
	Moledora	1
	Taponera	1
	Impresora etiquetada	1
	Panel principal / accionador	1
	Panel secundario	2
	Tableros	5
	Equipo de cómputo	12
Oficinas	Servidor principal	1
	Aire acondicionado	1
	Impresoras	5
	Facturadoras	4
	Cocina	1
Comedor / Cocina	Refrigeradora	1
	Lavadora	1
Lavandería	Secadora	1
	Equipos eléctricos	4
Bodegas / Baños / Áreas principales / Parqueo / Exteriores	Cámaras de videovigilancia	20
	Motor portón eléctrico	2
	Motor cortina eléctrica	1
	Secadoras	2

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Al resolver esta problemática mediante el correcto diseño eléctrico según el NEC, el análisis de cortocircuito, el diseño de los sistemas de detección y supresión de incendios, según la norma NFPA, y un análisis beneficio-costos, se podrían ahorrar costos adicionales de reparación y mantenimiento que se pueden destinar principalmente a la inversión de los diseños a proponer, de manera que se garantice la protección y seguridad del personal de planta, de las áreas administrativas y, de forma secundaria, los inventarios y la infraestructura como tal.

Otros ejemplos de las anomalías detectadas son los siguientes:



Figura 13: Tablero con tierra independiente

Fuente: *La Nacional S. A.*

La figura 13 muestra un tablero en el cual la rotulación está deteriorada y solo tiene un tornillo en la parte superior y otro en la parte inferior del tablero, lo que no le da estabilidad.



Figura 14: Tomacorriente con cables unidos

Fuente: *La Nacional S. A.*

La figura 14 muestra una caja para tomacorriente que cumple la función de “codo” y en ella son agrupados tres cables distintos con otros 3 cables en un tipo de empalme, lo cual no es

adecuado, ya que, en una instalación, el cableado debe ser uniforme desde el tablero hasta el equipo o tomacorriente que se desea energizar.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Diseñar los planos de distribución eléctrica y mecánica para La Nacional S. A. mediante la utilización de softwares y normas internacionales (NFPA 72 2014), según los parámetros de la norma ISO 50001.

4.2. Objetivos específicos

- Diseñar los planos eléctricos correspondientes a iluminación, tomacorrientes, un sistema de puesta a tierra, canalizaciones, diagrama unifilar, plano de tableros generales y sus distribuciones que involucren a los diferentes equipos, ya sean monofásicos o trifásicos, junto con su respectivo transformador y generador para la alimentación de toda La Nacional S. A. de acuerdo con los lineamientos del NEC 2014.
 - Indicador de éxito: Memorias de cálculo, planos de canalización y distribución con las conexiones eléctricas establecidas con las especificaciones de los equipos y accesorios por utilizar.
- Determinar las capacidades interruptivas de cortocircuito de impedancias mediante la utilización de la norma NFPA 70 de 2014 para la totalidad de las barras de la instalación eléctrica.
 - Indicador de éxito: Informe con los datos requeridos de cortocircuito.
- Diseñar el sistema de detección y supresión de incendios para toda La Nacional S. A. de acuerdo con los lineamientos de la NFPA 72 2016.
 - Indicador de éxito: Memorias de cálculo, planos de detección y supresión de incendios con las conexiones eléctricas y mecánicas establecidas con las especificaciones de los equipos y accesorios por utilizar.
- Determinar el costo-beneficio para La Nacional S. A. de acuerdo con una estimación de riesgos por daño a partir de la omisión de lo diseñado en caso de fallas.
 - Indicador de éxito: Cuadro comparativo estimando costos de riesgo y reparación en caso de fallas en comparación de los costos de instalación para determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

5. Metodología del proyecto

Tabla 2. Metodología del proyecto

<u>Objetivo específico</u>	<u>Actividades a realizar</u>	<u>Referencias</u>	<u>Análisis de datos estadísticos</u>	<u>Resultados por entregar</u>
<p>Diseñar los planos eléctricos correspondientes a iluminación, tomacorrientes, sistema de puesta a tierra, canalizaciones, diagrama unifilar, plano de tableros generales y sus distribuciones que involucren a los equipos, ya sean monofásicos o trifásicos, junto con su respectivo transformador y generador para la alimentación de toda La Nacional S. A. de acuerdo con los lineamientos del NEC 2014.</p>	<p>Realizar el informe correspondiente con la clasificación y estandarización de las cargas requeridas para La Nacional S. A.</p> <p>Realizar el diseño eléctrico para el resultado obtenido en el estudio de cargas por medio de softwares.</p>	<p>Personal de campo, administrativo, datos del registro y mapeo realizado por el diseñador.</p> <p>Diseño de distribución de plantas previamente al inicio del proyecto realizado por el estudiante y el tutor para la empresa.</p>	<p>Análisis de placas de equipo, clasificación y estandarización de cargas y potencias mediante el uso de ecuaciones y fórmulas que la literatura establece.</p>	<p>-Informe con los cálculos completos de los equipos instalados.</p> <p>-Planos de todo el diseño eléctrico anteriormente mencionado.</p>

<p>Determinar las capacidades interruptivas de cortocircuito de impedancias mediante la utilización de la norma NFPA 70 de 2014 para la totalidad de las barras de la instalación eléctrica.</p>	<p>Realizar el análisis de corto circuito manualmente.</p>	<p>NEC 2014, literatura del curso. “Instalaciones Eléctricas”</p>	<p>Análisis de equipos y distancias con su respectiva impedancia según las tablas del NEC para los sistemas monofásicos y trifásicos.</p>	<p>Informe con los valores de cortocircuito con procedimientos manuales y software (si se da la posibilidad).</p>
<p>Diseñar los planos eléctricos y mecánicos de seguridad humana como lo son el sistema de detección y supresión de incendios para toda La Nacional S. A. de acuerdo con los lineamientos de la NFPA 72 2016 y NFPA 10 2018.</p>	<p>Realizar el informe correspondiente con la clasificación y segmentación de la distribución de detección y supresión de incendios para La Nacional S. A.</p> <p>Realizar el diseño de detección y supresión de incendios para el resultado</p>	<p>Personal de campo, administrativo, datos del registro y mapeo realizado por el diseñador.</p> <p>Normativa NFPA.</p>	<p>Análisis de escenarios y rutas posibles para los niveles máximos y mínimos de los sensores de detección y el abastecimiento para la supresión.</p>	<p>-Informe con los cálculos completos.</p> <p>-Planos de todo el diseño de detección de incendios y supresión.</p>

	obtenido en el estudio por medio de cálculos manuales.			
Analizar el costo-beneficio para La Nacional S. A. de acuerdo con una estimación de riesgos por daño a partir de la omisión de lo diseñado en caso de fallas.	Elaborar un presupuesto de costos de inversión para el cálculo del análisis costo-beneficio.	Datos obtenidos en el desarrollo del proyecto gracias a cotizaciones de los productos a invertir en diversas empresas o proveedores.	Estimación de costo para los riesgos que implica seguir utilizando las instalaciones actuales por reparaciones o sustituciones, adicional la comparativa entre estos costos por fallas en contra de los costos por instalación/remodelación que permita determinar en cuánto se recupera o de cuánto es la inversión al final.	Informe comparativo de costos de reparación en caso de fallas vs los costos de la implementación del diseño propuesto.

Fuente: *Elaboración propia en Word.*

6. Alcance

El proyecto por realizar en La Nacional S. A. involucra el diseño eléctrico, el estudio de cortocircuito de forma manual y el diseño del sistema de detección y supresión de incendios para toda el área de la empresa, con el fin de implementar los cambios en un futuro, ya que en la actualidad existe una instalación con muchas deficiencias que pueden dañar los equipos, dañar las mercaderías y exponer la seguridad del capital humano.

Capítulo II

1. Marco teórico

1.1. Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)

En Costa Rica, el ente encargado de dedicarse al ajuste de tarifas para la energía, regular los servicios públicos como el consumo del recurso hídrico, el valor de consumo de los hidrocarburos y el cual facilita las normas para las conexiones a red es la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). “La ARESEP es una institución pública que fue creada por medio de la Ley 7593 en 1996, con el fin de armonizar las necesidades de los usuarios o consumidores con los intereses de los prestadores” (ARESEP, 2022).

1.2. Plano eléctrico

Se refiere a los entregables del proyecto, consiste en la agrupación de planos individuales los cuales contienen todo el diseño eléctrico de la estructura y cumplen con la función de guiar al contratista y a la constructora electromecánica para la realización de esta y de la cual se ven beneficiados, ya que se puede consultar en cualquier momento.

Los planos eléctricos involucran la simbología de los elementos, características de la instalación eléctrica, la distribución de plantas, equipos y acomodo de tableros, el diagrama unifilar eléctrico, entre otros, con la finalidad de alinearse con los requerimientos del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

1.2.1. Diseño eléctrico

Se refiere a todas las láminas o planos que en conjunto indican toda la información necesaria del proyecto y consta de la ubicación del mismo, conexiones de los circuitos, detalles de instalación y demás.

1.2.2. Canalización eléctrica

Consta de las rutas que llevará la instalación eléctrica, en la cual se indica la ubicación de los tableros y las direcciones de los conductores en las tuberías.

1.2.3. Diagrama unifilar eléctrico

Consiste en una lámina dedicada a la representación de la totalidad del circuito, la cual, por medio de líneas y símbolos, expresa el detalle de alimentación de tableros, UPS, transformadores, generadores, medidores, entre otros.

1.2.4. Plano iluminación

El plano de iluminación corresponde a las láminas en las cuales son presentadas las salidas y lazos de las luces y luminarias led, indicando la potencia y el número de circuito según el tablero al que corresponda.

1.3. Instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento. (Núñez, 2020, p.17)

En la actualidad, el diseño eléctrico es fundamental porque todo es suministrado mediante energía eléctrica en su mayoría. Aunque se utilicen paneles solares y demás, las instalaciones eléctricas se vuelven esenciales para vivir, por lo que es importante una correcta instalación que garantice la seguridad de las personas y los distintos equipos que poseen gran valor.

1.3.1. Conductor eléctrico

Los conductores eléctricos son los elementos físicos por los cuales la corriente es suministrada y distribuida. Están forrados con distintos aislantes o retardantes de fuego por reglamentación de distintos calibres o tamaños pudiendo ser normalmente de cobre o aluminio.

1.3.2. Tableros

Los tableros son cajas en las cuales están organizados los circuitos que energizan toda una instalación eléctrica. Existen de distintas capacidades de amperaje y distinta cantidad de espacios para ubicar disyuntores, son alimentados por las fases y distribuyen dicha corriente y voltaje a los circuitos, equipos y demás. Pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos, también conocidos como gabinetes, que funcionan mediante el uso de barras.

1.3.3. Disyuntores

Son dispositivos de protección para cuidar la integridad de los equipos o dispositivos que alimenta o energiza, ya que se desconectan automáticamente al detectar anomalías en la corriente que transcurre por ellos separando así la línea de falla.

1.3.3.1. Tipos de funcionamiento

1.3.3.1.1. Disyuntores térmicos

Son aquellos que usan tiras bimetálicas sensibles que cuando se deforman por calor, cierran el paso de la corriente eléctrica.

1.3.3.1.2. Disyuntores magnéticos

Son aquellos que cuando la corriente comienza a inducirse, la acción de los campos magnéticos abre el circuito, limitando el paso de la corriente eléctrica

1.3.3.2. Tipos de disyuntor

1.3.3.2.1. Disyuntores estándar

Es un tipo de disyuntor que protege equipos que no están sometidos a cargas especiales, es decir, es utilizado en equipos pequeños y “de uso común”, como un cargador de celular pero que estén alejados de la presencia de agua u otro líquido.

1.3.3.2.2. Disyuntores de falla a tierra

Los disyuntores de falla a tierra, también conocidos como GFCI, son utilizados en zonas donde se presenta una alta humedad por el agua, como las cocinas, los baños, entre otros, ya que cuando detecta el paso de la corriente eléctrica en un sentido distinto al que se le configuró originalmente, se cierra, ya que es probable que exista una descarga eléctrica por lo que protege a las personas del lugar.

1.3.3.2.3. Disyuntores de falla de arco eléctrico

Los arcos eléctricos son aquellos que aparecen al conectar o desconectar equipos, asimismo cuando se sobrecargan, por lo que los disyuntores de falla de arco eléctrico, conocidos como AFCI, son utilizados en zonas que se requiere mayor seguridad y existe un alto tránsito en la conexión de dispositivos y equipo.

1.4. Acometida

La acometida se refiere a la instalación eléctrica que hay en los exteriores, es decir, alimenta al tablero principal o al transformador para producir toda la distribución y es responsabilidad de una empresa regulada el suministrarla, por medio de una subestación, dependiendo del tipo de acometida, ya sea aérea o subterránea.

1.5. Transformadores

“Los transformadores son un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna” (De la Torre, 2019, p. 3). Los transformadores son multiplicadores, por lo que se rigen de la siguiente manera:

$$V_{entrada} \cdot I_{entrada} = V_{salida} \cdot I_{salida} \quad (1)$$

Existen los transformadores monofásicos y los trifásicos, poseen una fase, un neutro o tierra y 3 fases, puede que tenga o no neutro y tierra, respectivamente, y están estandarizadas gracias a las relaciones de potencia existentes y normalmente se utilizan transformadores secos, los cuales poseen un sistema de enfriamiento basado en aire.

1.5.1. Conexión estrella

Este tipo de conexión suele denotarse por la letra Y, para alcanzarla hace falta unir las terminales de los negativos en el mismo punto, es decir, que compartan el “neutro” que a su vez se conecte a tierra, mientras que las terminales positivas se conectan a las fases.

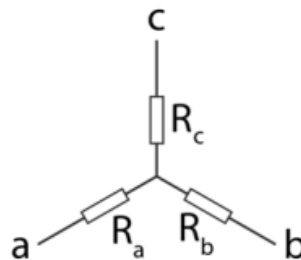


Figura 20: Conexión estrella

Fuente: Heredia & Intriago, 2015, p. 27

1.5.1.1. Corriente de línea y corriente de fase

En este tipo de conexión, la corriente de línea y de fase son las mismas.

$$I_L = I_\phi \quad (2)$$

1.5.1.2. Voltaje de línea y voltaje de fase

En este tipo de conexión, el voltaje de línea y de fase son distintos y se relacionan por la expresión:

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_\phi \quad (3)$$

1.5.2. Conexión delta

“Este tipo de conexión se realiza uniendo el final de una bobina con el principio de la siguiente, hasta cerrar la conexión formando un triángulo” (Heredia & Intriago, 2015, p. 26), con

la característica de que es una conexión sin neutro, siendo que las fases salen de los vértices del triángulo formado.

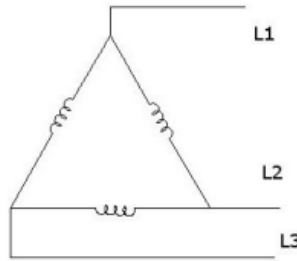


Figura 21: Conexión delta

Fuente: Heredia & Intriago, 2015, p. 26

1.5.2.1. Corriente de línea y corriente de fase

En este tipo de conexión, la corriente de línea y de fase son distintas y se relacionan por la expresión:

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_\varphi \quad (4)$$

1.5.2.2. Voltaje de línea y voltaje de fase

En este tipo de conexión, el voltaje de línea y de fase son los mismos.

$$V_L = V_\varphi \quad (5)$$

1.5.3. Conexión estrella-delta

Este tipo de conexión es utilizada normalmente para bajar de un voltaje alto a uno bajo, ya que cuenta con un neutro para aterrizar el primario o primer transformador con alto voltaje, y tiene ventajas como no poseer problemas con los voltajes armónicos, reducen la tensión, el neutro del primario se puede conectar a tierra y es estable con cualquier carga desequilibrada.

1.5.4. Armónicos de voltaje

“Los armónicos se definen como la desviación estable de la señal idealmente senoidal de la corriente o tensión a la frecuencia fundamental, una frecuencia diferente a la fundamental con una duración permanente y no definida en la red eléctrica” (Velarde, 2022, p. 48).

1.6. Eficiencia energética

“El crecimiento de la demanda energética es el elemento central que impulsa las necesidades de aumento de la capacidad del sistema eléctrico y de la oferta energética en general. Ese incremento en el consumo originará en el futuro impactos ambientales, sociales y económicos” (MINAE, 2015, p. 27). El aumento de la eficiencia energética es un excelente parámetro para el

PIB ya que podría aumentarlo y significa desarrollo económico, aparte, significa que se aprovechan mejor los recursos disponibles, por lo que la rentabilidad de los proyectos de infraestructura es más redituable.

1.7. Edificación sostenible

Pensando en la reducción del impacto ambiental que se genera en la construcción de proyectos, surge la construcción sostenible: “la construcción sostenible se relaciona al uso de materiales más amigables con el ambiente.” (CFIA, 2016, p.2). Lo que se busca es que la construcción no sea una generadora de contaminantes, por ello se implementan prácticas y estrategias que permitan aprovechar los recursos, como, por ejemplo, calcular correctamente la incidencia de los rayos del sol para la utilización de paneles solares.

1.8. Fallas

1.8.1. Arco eléctrico

“Un arco eléctrico se define como una descarga luminosa continua de corriente eléctrica que tiene un plasma tematizado y soportada por emisión termoiónica del cátodo” (Babrauskas, 2017).

1.8.2. Cortocircuito

“Camino conductor accidental o intencionado entre dos o más partes conductoras, que fuerza a que la diferencia de potencial entre ellas sea igual o próxima a cero” (Acevedo y Novoa, 2019, p. 5)

1.8.3. Análisis de cortocircuito

Cuando en una instalación la impedancia se aproxima a cero, es cuando ocurre un cortocircuito, y, de acuerdo con la Ley de Ohm:

$$V = I \cdot Z \quad (6)$$

$$I = \frac{V}{Z} \quad (7)$$

Cuando la impedancia se aproxima a 0, por división la corriente tiende a aumentar a valores tan altos que son considerados técnicamente como infinitos, en este momento es cuando ocurre el evento. Este es uno de los más peligrosos y amenazantes que hay en una instalación o edificación, por otro lado, existen normalmente cortocircuitos monofásicos y otros trifásicos, este último es el

que representa un mayor peligro para la vida humana y seguridad de todos los equipos de la organización.

Los efectos de las corrientes de cortocircuitos son muy variados, pero los más importantes son el debido al efecto Joule (calentamiento de los equipos eléctricos debido a la gran circulación de corriente), esfuerzos electromecánicos en las máquinas eléctricas. (Aguas y Buelvas, 2011, p. 14)

1.9. Método de impedancia para cortocircuitos

El método de impedancias es un proceso en el que las impedancias de los equipos y los calibres utilizados en el cableado eléctrico se simplifican para así obtener un resultado por unidad que, al multiplicar por una corriente base, nos dirá la corriente de cortocircuito para el diagrama unifilar utilizado. Este es el proceso más confiable para realizar dicho cálculo matemático.

Los pasos para la realización del método consisten en:

- Diseñar el diagrama unifilar de la instalación eléctrica.
- Seleccionar el tipo de falla y la zona de falla.
- Transformación de los valores resistivos e inductivos a impedancias.
- Simplificación del circuito mediante las leyes eléctricas, principalmente la Ley de Ohm.

1.9.1. Ley de Ohm

“La ley de ohm dice que la intensidad que circula por un conductor de electricidad es directamente suministrada a la variación de voltaje y paralela e inversamente a la resistencia” (Torres y Estrada, 2018, p. 1).

1.9.2. Impedancia

“La impedancia característica Z_c es un parámetro fundamental que relaciona el voltaje y la corriente viajando en la misma dirección a lo largo de una línea de transmisión. Este parámetro es una función compleja que no es dependiente de la longitud de la línea, pero sí de la frecuencia” (Serrano, 2019, p. 16).

1.10. Sistema de detección de incendios

“Sistema capaz de detectar el inicio de fuego en varios entornos en el menor tiempo posible” (Bu y Gharajeb, 2019), los sistemas de detección de incendios basan su funcionamiento

en la detección temprana de la posible iniciación de fuego mediante distintos equipos electrónicos sensores como lo son los detectores de humo, de temperatura o de gas, entre otros, para permitirle a los usuarios y a las personas una rápida acción de supresión y más tiempo para evacuar las instalaciones que pudieran estar siendo afectadas.

1.10.1. Incendios

Los incendios pueden definirse como un fuego incontrolable que puede amenazar la vida de las personas presentes en dicho lugar, que al mismo tiempo consumirá cualquier material que esté a su paso. Para que este fuego ocurra se requieren de 3 cosas:

- Combustible
- Oxígeno
- Calor, energía o una chispa que lo active

En la mayoría de los casos, la ventilación es nula y este provoca que las personas inhalen humo y se desvanezcan, lo que los afecta, ya que pueden sufrir quemaduras graves por estar inconscientes.

1.10.2. Clasificación del fuego

La Unidad de Ingeniería del Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, en su versión 2023, en la página 32, indica que los fuegos pueden ser de 5 tipos principalmente:

- **Fuego clase A:** Se refiere a fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y plásticos.
- **Fuego clase B:** Son fuegos líquidos o gases, inflamables o combustibles, por ejemplo: aceites, grasas, alquitranes, base de pinturas y lacas.
- **Fuegos clase C:** Involucran equipos eléctricos energizados, donde la conductividad eléctrica del medio de extinción es importante.
- **Fuegos clase D:** Son fuegos en metales que al estar divididos en partículas tienen la capacidad de entrar en combustión. Entre estos se cita: magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio y otros.
- **Fuego clase K:** Fuegos en utensilios o áreas de cocina que involucren un medio combustible (aceites minerales, animales y grasas).

1.10.3. Haz de luces

Los sensores de haz de luz son detectores de humo con un rango o alcance ampliados en los que un receptor recibe el láser infrarrojo enviado por el beam y, al ser interrumpido por el humo, activa una señal.

Capítulo III

1. Generalidades del proyecto

1.1. Información sobre el área industrial

Las instalaciones se ubican en Moravia, San José, Costa Rica, con una temperatura ambiente promedio de 22°C y una altitud sobre el nivel del mar de 1297m. Las instalaciones constan de aproximadamente 2400m², los cuales se distribuyen en áreas principales como zona de producción, donde se desarrolla la fabricación de los vinos; otra está destinada al descanso, ejercicio y alimentación; la zona de bodegas; y el sector administrativo y atención al cliente.

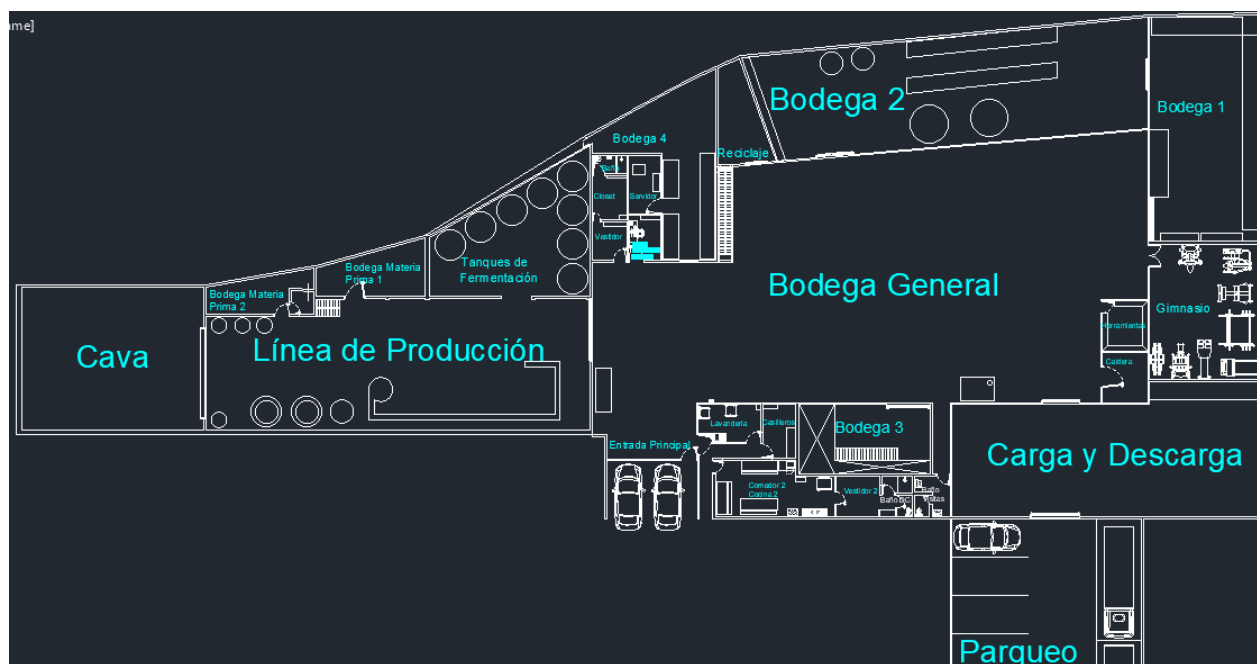


Figura 22: Plano de distribución La Nacional S. A.

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD*

La figura 22 muestra una distribución en planta de lo que es el primer nivel de las instalaciones de La Nacional S. A., los planos con medidas o cotas se ubican en el [Apéndice 8](#).

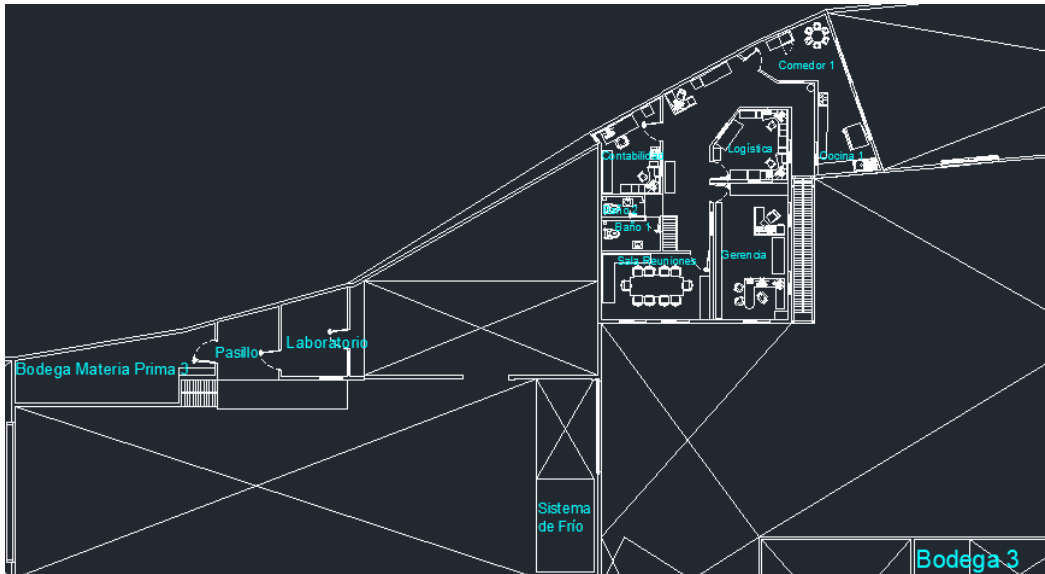


Figura 23: Plano de distribución segunda planta La Nacional S. A.

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

La figura 22 muestra una distribución en planta del segundo nivel de las instalaciones de La Nacional S. A., los planos con medidas o cotas se ubican en el [Apéndice 8](#).



Figura 24: Plano de distribución tercera planta La Nacional S. A.

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

La figura 22 muestra una distribución en planta del tercer nivel de las instalaciones de La Nacional S. A., los planos con medidas o cotas se ubican en el [Apéndice 8](#).

2. Propuesta de diseño eléctrico monofásico

2.1. Demanda máxima de los circuitos ramales generales

Considerando la información suministrada en el [Apéndice 1 y su Lista de Equipos](#), la cual es importante, esta se utilizó para calcular la carga demandada en los circuitos de iluminación y tomacorrientes generales (siempre y cuando estuvieran por debajo de 20A, según NEC 220.12, 220.14 y 220.16).

Se puede obtener la carga unitaria por metro cuadrado, al tomar el valor asociado a edificios industriales comerciales, el cual es un factor de 22VA/m² y, para la parte relacionada con el área monofásica (aproximadamente 2000m²), se tiene que la potencia demandada es la multiplicación de esos valores, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$S = A \cdot FC \quad (8)$$

$$S = 2000m^2 \cdot 22 \frac{VA}{m^2} = 44000 VA$$

2.2. Factor de corrección

La Nacional S. A se encuentra ubicada en la zona de Moravia, San José, la cual tiene una temperatura mínima promedio de 17°C y una temperatura máxima promedio de 24°C. Esta temperatura mínima no suele variar, pero la máxima sí, hasta un valor de 27°C. Conocer dichas temperaturas es de vital importancia, ya que se utilizó en el factor de corrección de la temperatura al seleccionar el calibre de los cables, de acuerdo con la tabla [310.15.\(B\)\(2\)\(a\)](#), ubicada en el Anexo 3.1.

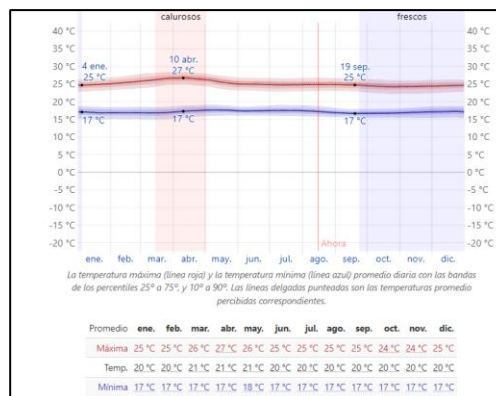


Figura 25: Temperatura mínima, promedio y máxima para Moravia

Fuente: Weather Spark

Para dichos datos observados en la figura 25, considerando que el valor promedio es de 22°C aproximadamente (línea central entre las líneas horizontales rojas y azules), se debe seleccionar un factor de corrección de 1.05 (temperatura nominal del conductor a 75°C a una temperatura ambiente entre los 21-25 °C) y de 1.04 (temperatura nominal del conductor a 90°C a una temperatura ambiente entre los 21-25 °C).

2.3. Lista de equipos

Se muestra el desglose de los equipos que consumen recurso eléctrico para operar en la [Lista de Equipos del Apéndice](#), divididas por áreas, según la [distribución de La Nacional S. A.](#) Estos datos fueron recolectados de las placas informativas de cada equipo y, de aquellos que son muy obsoletos, se terminó de buscar la información con el respectivo fabricante en internet, para posteriormente utilizar dichos datos en los cálculos proyectados.

2.4. Tomacorrientes

La cantidad de tomacorrientes que se requieren en una zona se calcularon según el artículo 210.52(A)(1), en el cual se indican los rubros por separación, el espacio de la pared, las salidas para los electrodomésticos pequeños y los requisitos para receptáculos de cocina, de manera que “los receptáculos se deben instalar de modo que ningún punto, medido horizontalmente, a lo largo de la línea del piso en cualquier espacio de la pared esté a más de 1.8m (6 pies) de una salida de receptáculo” (NEC, 2014, p. 71).

Se hizo el cálculo correspondiente en la sala de reuniones con el fin de evidenciar el proceso según la Norma, lo cual primero requiere de mediciones para calcular el perímetro, considerando que los tomacorrientes deben separarse 1.8m entre ellos para estimar la cantidad máxima que pueden diseñarse o instalarse en una zona. Adicionalmente, se ingresa un factor de seguridad de dos unidades por parte del diseñador. Sabiendo que el perímetro total de la oficina es 15.08m con dos ventanas corredizas de 2.01m y 1.87m con una puerta de 0.85m, se tiene que:

$$\# \text{ Tomacorrientes} = \frac{\text{Perímetro} - \text{Ventanas} - \text{Puertas}}{3,6m} \quad (9)$$

$$\# \text{ Tomacorrientes} = \frac{(15.08 - 3.88 - 0.85)m}{3.6m} = \frac{10.35m}{3.6m}$$

$$\# \text{ Tomacorrientes Sala Reuniones} = 2.875 \approx 3$$

De acuerdo con los resultados, la cantidad de tomacorrientes máxima que debe estar instalada en la sala de reuniones es de 3 unidades y, para el caso en general, cada disyuntor de los tableros no deberá poseer más de 10 tomacorrientes por unidad; no obstante, el proyecto es de carácter de diseño, por lo que se propondrán los cambios a la organización, ya que al estar las instalaciones recién remodeladas (instalación de tomacorrientes) no suena atractivo realizar este tipo de reubicaciones.

Tabla 4. Cantidad de tomacorrientes propuestos para las oficinas administrativas

Cantidad de tomacorrientes para las oficinas administrativas						
Zona	Abreviación	Perímetro (m)	Longitud ventanas (m)	Longitud puertas (m)	# Tomacorrientes instalados	# Tomacorrientes diseñados
Sala de Reuniones / TI	S.R	15,08	3,88	0,85	4	3
Oficina Gerencia	OF.G	18,30	8,59	0,85	6	3
Oficina Contabilidad	OF. C	12,60	2,02	0,85	2	3
Oficina Logística	OF. L	11,19	5,41	0,85	3	2
Pasillo	P	34,19	9,49	5,48	5	6
Cocina - Comedor	C.C	21,91	8,55	0,62	5	4
Baño Principal	B.P	7,70	0	0,70	1	2
Baño Secundario	B.S	5,54	0	0,76	0	2

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

Con la tabla anterior, lo que se quiere es demostrar el resultado de los cálculos para las oficinas administrativas ubicadas en el segundo piso de las instalaciones, en lo que respecta a tomacorrientes, para el resto de las zonas se puede consultar el [Apéndice 2](#).

Considerando lo anteriormente expuesto, para disyuntores de 15A lo máximo que se diseñaron fueron 10 tomacorrientes con una carga de 1.5A, con la siguiente distribución:

Tabla 9. Cantidad de tomacorrientes propuestos para el circuito I

Tomacorrientes para el circuito I		
Espacio	Cantidad de tomacorrientes	Corriente (A)
Oficina Gerencia	3	4.5
Sala de Reuniones	3	4.5
Oficina Logística	2	3.0
Pasillo	2	3.0
Total	10	15

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

En el [Apéndice 2.2](#) se pueden consultar las tablas informativas de acuerdo con la cantidad de circuitos propuestos y las áreas de cada una de ellos.

Las corrientes presentes en las tablas 10 al 18 ubicadas en el [Apéndice 2.2](#) son necesarias a la hora de calcular las caídas de tensión. Para efectos de selección de conductor, se consideró que la corriente por ramal será de 20A (aunque los cálculos para el diseño de tomacorriente se mencionó en el apartado [2.4](#) que serían para 15A); por lo tanto, utilizando la tabla [310.15\(B\)\(16\)](#) se seleccionó un conductor calibre #12 AWG THHN con un disyuntor termomagnético de 20A/1P y se considera lo indicado en NEC 240.6(A): “Debe permitirse la utilización de los fusibles de cartucho y portafusibles del tipo de 300 volts en los siguientes circuitos”:

- Circuitos que no superen los 300 volts entre conductores.
- Circuitos monofásicos línea a neutro, alimentados por una fuente trifásica tetrafilar con el neutro puesto a tierra sólidamente, en donde la tensión de línea a neutro no sea superior a 300 volts.

Tabla 310.15(B)(16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F) *.

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Ver Tabla 310.104(A).]						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW		Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE		
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18**	—	—	14	—	—	—	—
16**	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8

Figura 26: Selección calibre conductor para tomacorrientes

Fuente: NEC, 2014, p. 166

De acuerdo con lo anterior, para la determinación de la línea a tierra el NEC [Tabla 250.122](#), se indica que el calibre será también #12 AWG THHN.

Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conducto, etc., sin exceder (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	750
5000	700	1200
6000	800	1200

Nota: Cuando sea necesario cumplir con la sección 250.4(A)(5) o (B) (4), el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser dimensionado con un calibre mayor que el dado en esta Tabla.

*Véanse las restricciones de instalación en la sección 250.120.

Figura 27: Selección calibre tierra para tomacorrientes

Fuente: NEC, 2014, p. 137

Finalmente, el ducto para los circuitos ramales se seleccionó de la siguiente manera: en el Capítulo 9 del NEC la Tabla 1 indica que para más de 2 conductores el área transversal debe ser 40%. Además, en la [Tabla 5](#) se indica que el cable THHN tiene un área transversal de 11.68 mm², por lo que al considerar los 3 cables y multiplicarlos, se obtiene un área de 35.04 mm², con dicha área y partiendo que se utilizara como material el EMT se busca dicho material y se encuentra la [Tabla 4 para el artículo 358](#) conducto EMT. Con el área calculada, se determina que el ducto más adecuado para la aplicación es el de diámetro de ½ pulgada.

CAPÍTULO 9

TABLAS

Tabla 4 Dimensiones y área porcentual de conductos y tuberías (áreas de conductos o tuberías para las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)

Artículo 358 — Tubería metálica eléctrica (EMT)													
Designador métrico	Tamaño comercial	Más de 2 cables 40%		60%		1 cable 53%		2 cables 31%		Diámetro interno nominal		Área total 100%	
		mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm	pulg.	mm ²	pulg. ²
16	½	78	0.122	118	0.182	104	0.161	61	0.094	15.8	0.622	196	0.304
21	¾	137	0.213	206	0.320	182	0.283	106	0.165	20.9	0.824	343	0.533
27	1	222	0.346	333	0.519	295	0.458	172	0.268	26.6	1.049	556	0.864
35	1¼	387	0.598	581	0.897	513	0.793	300	0.464	35.1	1.380	968	1.496
41	1½	526	0.814	788	1.221	696	1.079	407	0.631	40.9	1.610	1314	2.036
53	2	866	1.342	1299	2.013	1147	1.778	671	1.040	52.5	2.067	2165	3.356
63	2½	1513	2.343	2270	3.515	2005	3.105	1173	1.816	69.4	2.731	3783	5.858
78	3	2280	3.538	3421	5.307	3022	4.688	1767	2.742	85.2	3.356	5701	8.846
91	3½	2980	4.618	4471	6.927	3949	6.119	2310	3.579	97.4	3.834	7451	11.545
103	4	3808	5.901	5712	8.852	5046	7.819	2951	4.573	110.1	4.334	9521	14.753

Figura 28: Selección canalización para tomacorrientes

Fuente: NEC 2014, p.747

2.5. Tomacorrientes especiales GFCI

Los tomacorrientes especiales o GFCI se instalan como una protección en caso de que los aparatos eléctricos presenten una falla, lo que podría provocar un daño al equipo o al usuario. En sí, son circuitos con una instalación propia en condiciones especiales, como lo son los circuitos de cocina, baños u tomacorrientes de intemperie, que estén expuesto a la humedad o líquidos conductores. En este caso, se utilizaron las mismas condiciones del apartado 2.4, para que la carga máxima sea de 1.5A por tomacorriente y al final calcular la suma de las corrientes en serie, por ejemplo: en la Tabla 19 hay 5 tomacorrientes, por lo que al estar conectados en serie, la corriente total es de 7.5A (1.5 multiplicado 5 veces), entonces:

Tabla 19. Cantidad de tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito I

Tomacorrientes especiales para el circuito I		
Espacio	Cantidad de tomacorrientes	Corriente (A)
Baño Vestidor	1	1.5
Baño Principal	2	3.0
Baño Secundario	1	1.5
Toma Entrada al Área Administrativa	1	1.5
Total	5	7.5

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

Para el caso de las distribuciones en los demás recintos y oficinas, consultar el [Apéndice](#)

[2.3](#)

2.6. Luminarias

Las luminarias no cambiarán su ubicación, pero la idea con el diseño es asignar correctamente las cantidades en los disyuntores de los tableros correspondientes de acuerdo con lo que dicta el NEC utilizando máximo disyuntores de 1P/20A, ya que estos son los que más abundan junto con los de 1P/15A actualmente, detallando puntualmente los calibres necesarios para dichas cargas.

Haciendo un mapeo de luminarias, se detectó que se utilizan de 5 tipos: Luces led de 18W, 20W, 24W, luz de sensor de movimiento de 30W y luces led en la zona de producción y bodega general de 40W principalmente, las cuales operan a 110V. Por lo tanto, se tiene que, para el cálculo en las oficinas administrativas, primero, se debe calcular la corriente total y posteriormente dividirla por el amperaje o la corriente en cada disyuntor a utilizar. En este caso, como se mencionó anteriormente, serán de 15A o 20A, la muestra del cálculo se presenta a continuación en el apartado

[2.7.](#)

2.7. Luminarias en oficinas administrativas

Es necesario calcular la cantidad de luminarias que irán en los circuitos individuales, esto se logra al obtener la corriente total y multiplicarlas por 100VA (considerando este valor como potencia máxima), un factor de corrección de temperatura “1.05” ([En el Capítulo III en el apartado 2.2](#)) y luego por el factor de carga continua (25% adicional), según el artículo 210.20(A) que indica “Cuando un circuito ramal alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el valor nominal del dispositivo de sobre corriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua” y, por último, dividir entre el voltaje de operación, en este caso todos son de 120V, con lo que se tiene que:

$$\text{Corriente Demandada} = \frac{\#Luminarias\ totales \cdot Carga_{m\acute{a}x}}{V \cdot FP} \cdot \%CC \quad (11)$$

$$\text{Corriente Demandada} = \frac{34 \cdot 100VA}{120V \cdot 1.05} \cdot 1.25 \approx 33.73A$$

Utilizar un solo ramal para las 34 luminarias en este caso, superaría las capacidades de los disyuntores, por lo que efectivamente se distribuyó en 2 circuitos: uno con 18 luminarias y el otro con 16 luminarias, siendo entonces:

$$\text{Corriente Demandada C1} = \frac{18 \cdot 100VA}{120V \cdot 1.05} \cdot 1.25 \approx 14.29A$$

$$\text{Corriente Demandada C2} = \frac{16 \cdot 100VA}{120V \cdot 1.05} \cdot 1.25 \approx 12.70A$$

Y, para seleccionar el calibre del conductor se utilizó la [Tabla 310.15\(B\)\(16\)](#), con lo que se eligió un conductor de tipo #14 AWG THHW para el conductor y el neutro.

ARTÍCULO 310 — CONDUCTORES PARA CABLEADO EN GENERAL							310.60
Tabla 310.15(B)(16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)°.							
	Temperatura nominal del conductor [Ver Tabla 310.104(A).]						
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
			Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2			Tipos TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW		Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE		
Calibre AWG o kcmil	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			Calibre AWG o kcmil
18**	—	—	14	—	—	—	—
16**	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8

Figura 29: Selección del calibre para alimentación y neutro

Fuente: NEC, 2014, p. 166.

Para el cálculo de la tierra, según el artículo 250.122(A), el calibre seleccionado será también de #14 AWG THHW y, por último, para el disyuntor, se seleccionarán disyuntores de 20A, habiendo considerado lo que indica el NEC 2014 en su lista de protecciones en el apartado 240.6(A) y así sucesivamente para los posteriores.

Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.		
Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conducto, etc., sin exceder (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
60	10	8
100	8	6

Figura 30: Selección del calibre para tierra

Fuente: NEC, 2014, p. 137

Tabla 22. Cantidad de luminarias propuestos para La Nacional S. A.

Área	Potencia (W)	Cantidad de luminarias	Potencia Total (W)	Corriente demandada (A)	Cantidad disyuntores para circuitos actuales	Cantidad Disyuntores para circuitos propuestos
Oficinas Administrativas, Servidor, Vestidor, Zona de Reciclaje	18	12	216	33,73	6 de 15A 1 de 20A	2 de 20A
	20	6	120			
	24	16	384			
Zona de Producción	24	12	288	21,83	5 de 20A	2 de 20A
	40	10	400			

Cocina-Comedor 2-Lavandería- Casilleros-Baño Principal	18	7	126	11,90	4 de 20A	1 de 15A
	24	5	120			
Zona de Carga y Descarga, Herramientas y Caldera	20	4	80	9,92	3 de 20A	1 de 15A
	30	3	90			
	40	3	120			
Bodega General	20	3	60	13,89	3 de 20A	1 de 15A
	30	3	90			
	40	8	320			
Gimnasio	18	4	72	3,97	1 de 20A	1 de 20A
Bodega 1	40	2	80	1,98	1 de 20A	
Bodega 2	40	4	160	3,97	1 de 20A	
Bodega 3	24	3	72	2,98	1 de 20A	
Bodega 4	20	2	40	2,98	1 de 20A	
	24	1	24			

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

La cantidad de circuitos necesarios se calculó en la Tabla 22, dividiendo la corriente demandada calculada con la ecuación (11) por las luminarias entre la capacidad o ampacidad del disyuntor propuesto y los calibres propuestos, que son #12 AWG THHW, tanto para las líneas vivas como para las tierras.

$$\# \text{Luminarias/Circuito} = \frac{I_{\text{disyuntor}} \cdot V}{\text{Carga}_{\text{máx}} \cdot CC} = \frac{20A \cdot 120V}{100VA \cdot 1.25} = 19.2$$

Los disyuntores de 20A tendrán máximo 19 luminarias, mientras que los de 15A tendrán máximo 14 luminarias. Para consultar el resto de los espacios, dirigirse al [Apéndice 3](#).

2.8. Salida especial para termoduchas

En La Nacional S. A. existían dos duchas, en la actualidad solo una se mantiene en uso, ya que no hay ducha instalada, no obstante, se compró una la cual presenta una tensión de 120V y 5500W, por lo que, para el diseño correcto, se hizo uso del NEC y las tablas [310.15\(B\)\(16\)](#), seleccionando, del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#), como conductor para las líneas y el neutro un calibre #8 AWG THHN y, para proteger el circuito, se utilizó un disyuntor de 1P/50^a, además de un calibre #10 AWG THHN para la tierra, según [250.122](#) (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)), ya que la corriente demandada es de:

$$I = \frac{5500W}{120V} = 45.83A$$

El ducto para los circuitos ramales de la termoducha, se seleccionó de la siguiente manera: en la [Tabla 1 del Capítulo 9 del NEC 2014](#), ubicada en el Anexo 3.3, se indica que para más de 2 conductores el área transversal debe ser 40%. Además, en la [Tabla 5 del Capítulo 9 del NEC 2014](#), ubicada en el Anexo 3.4, se indica que el cable THHN tiene un área transversal de 32.71 mm² y 13.61 mm² (dimensiones de las fases y tierra respectivamente), por lo que al considerar los 3 cables se obtiene un área de 79.03 mm². Con dicha área y partiendo de que se diseñó con un material como el EMT, se busca dicho material y se encuentra la [Tabla 4 para el Artículo 358](#) conducto EMT. Con el área calculada, se determinó que el ducto más adecuado para la aplicación es el de diámetro de ¾ de pulgada o 19mm (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).

2.9. Salida especial para cocinas

En La Nacional S. A. existen dos circuitos para cocinas, las cuales actualmente no están ocupadas, no obstante, para efectos de un futuro cercano, las cocinas se diseñaron para una potencia de 5000W a 240V, por lo que, para un correcto diseño, se hizo uso del [NEC 310.15\(B\)\(16\)](#) el cual indica que se debe hacer uso de un calibre #12 AWG THHN para las líneas y el neutro (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)), y un #10 AWG THHN para la tierra (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)). Para proteger el circuito, se utilizó un disyuntor de 2P/30A además de un calibre #10 AWG THHN para la puesta a tierra, según [250.122](#) (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)), de acuerdo con el resultado del siguiente cálculo:

$$I = \frac{5000W}{240V} = 20.83A$$

El ducto para los circuitos ramales de la cocina se seleccionó de la siguiente manera: en el [Capítulo 9 del NEC 2014 la Tabla 1](#) indica que para más de 2 conductores el área transversal debe ser 40%. Además, en la [Tabla 5 del Capítulo 9 del NEC 2014](#) se indica que el cable THHN tiene un área transversal de 8.58 mm² y 13.61 mm², por lo que al considerar los 4 cables se obtuvo un área de 39.35mm². Con dicha área y partiendo de que se diseñó con un material como el EMT, se buscó dicho material y se encuentra la [Tabla 4 para el Artículo 358](#) conducto EMT (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)). Con el área calculada, se determinó que el ducto más adecuado para la aplicación es el de diámetro de ¾ de pulgada o 19mm.

2.10. *Salida especial para secadora*

En el diseño de la salida especial para la secadora, de acuerdo con el [NEC 220.54](#), se utilizó un factor de demanda del 100% (ideal para 1-4 secadoras), con una tensión de 240V y 5760W, por lo que, para el diseño correcto, se hizo uso del NEC y las tablas [310.15\(B\)\(16\)](#), con lo que se eligió como conductor para las líneas y el neutro un calibre #12 AWG THHN (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)). Para proteger el circuito, se utilizó un disyuntor de 2P/30A además de un calibre #10 AWG THHN para la puesta a tierra (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)). Según [250.122](#), el cálculo de la corriente es el mismo del [apartado 2.9](#).

El ducto para los circuitos ramales de la secadora, se seleccionó de la siguiente manera: en el [Capítulo 9 del NEC la Tabla 1](#) indica que para más de 2 conductores el área transversal debe ser 40%. Además, en la [Tabla 5 del Capítulo 9 del NEC 2014](#) se indica que el cable THHN tiene un área transversal de 8.58 mm² y 13.61 mm², por lo que al considerar los 4 cables se obtiene un área de 39.35mm². Con dicha área y partiendo de que se diseñó con un material como el EMT, se busca dicho material y se encuentra la [Tabla 4 para el Artículo 358](#) conducto EMT (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)). Con el área calculada, se determinó que el ducto más adecuado para la aplicación es el de diámetro de ¾ de pulgada o 19mm.

2.11. *Salida especial para aire acondicionado*

La Nacional S. A. cuenta con una unidad de aire acondicionado que se ubica en el cuarto del servidor de bases de datos. Para la correcta selección de los calibres y el disyuntor adecuado, se utilizó el NEC 2014, artículo 440.2 en el cual se debe tomar en cuenta la corriente que se indica en la placa informativa del fabricante, de acuerdo con que “el valor de la corriente de selección del circuito ramal será siempre igual o mayor que la corriente de carga nominal marcada” (NEC, 2014, p. 356).

El aire acondicionado es de marca Extralum, el cual tiene una corriente nominal de 15.95A y una potencia de 3665W, por lo tanto, se seleccionó un disyuntor de 2P/20A con calibres #6 AWG THHN y los 4 cables tienen un área individual de 32.71mm², por lo que los 4 juntos son 130.84mm², de modo que se seleccionó tubería EMT (3/4") (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).



Figura 31: Aire acondicionado Extralum, 15.95A

Fuente: La Nacional S. A.

2.12. Subalimentador tablero principal oficinas (TPO)

Para el cálculo del subalimentador, se muestra una tabla resumen de los valores de potencia de los circuitos de la construcción para el valor de potencia, con el cual se obtendrá el alimentador principal del área monofásico, tomando en cuenta lo siguiente:

- NEC 220.40 (Tabla 220.42): Primeros 3 000VA o menos contemplan un factor de demanda del 100%. Del 3001VA a 120 000VA un factor del 35%.
- NEC 220.55: Factor de demanda del 65%.
- La potencia de 17380 VA se justifica al realizar la siguiente multiplicación:

$$S = 790m^2 \cdot \frac{22VA}{m^2} = 17\,380VA$$

Siendo los 790m² el área que será limitada por carga monofásica de La Nacional S. A.

Tabla 24. Cálculo alimentador monofásico TPO

Cálculo Alimentador TPO		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	17380
210.11(C)(1)	Cocina Eléctrica	3000
Independencia por Alta Potencia	Microondas	3000
	Termoducha	5000
Subtotal		28380
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	11883
NEC 220.55	Cocinas Eléctricas	18447
	Termoducha	18447
Total		48777

Fuente: Elaboración propia en Excel

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por el alimentador principal de dichas cargas monofásicas, de la siguiente manera:

$$I_{alimentador} = \frac{48\,777VA}{240V} = 203.14A$$

Una vez calculado el valor de la corriente en el alimentador principal, el siguiente paso fue calcular el conductor por el cual pasará dicha corriente, para ello, se toma en cuenta lo siguiente:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 75°C, ya que la corriente en el conductor es superior a los 100A (no se aplican factores de corrección, ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la [Tabla 310.15\(B\)\(16\)](#) del NEC, se seleccionó un conductor calibre #3/0 AWG con chaqueta THHN a 90°C (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).

2.13. *Neutro tablero principal oficinas (TPO)*

Los cálculos para la realización de la tabla son los mismos del apartado 2.12 variando únicamente el porcentaje de demanda de las cocinas y termoduchas:

Tabla 25. Cálculo alimentador-neutro monofásico TPO

Cálculo Neutro TPO		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	17380
210.11(C)(1)	Cocina Eléctrica	3000
Independencia por Alta Potencia	Microondas	3000
	Termoducha	5000
Subtotal		28380
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	11883
NEC 220.55	Cocinas Eléctricas	12912,9
	Termoducha	12912,9
Total		37708,8

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por él, de la siguiente manera:

$$I_{Neutro} = \frac{37\,708.8VA}{240V} = 157.12A$$

Una vez calculada la corriente en el neutro, el siguiente paso fue calcular el conductor, de esta forma:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 75°C, ya que la corriente en el conductor es superior a los 100A (no se aplican factores de corrección, ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la [Tabla 310.15\(B\)\(16\)](#) del NEC, se seleccionó un conductor calibre #1/0 AWG con chaqueta THHN a 90°C (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)) y, para la tierra, se selecciona un #4 AWG según [250.122](#) (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).

2.14. *Tabla resumen cargas monofásicas-bifásicas*

La tabla 31 muestra un resumen de las potencias, los calibres, ductos y protecciones de cada circuito y su descripción. La asignación de circuitos por tableros puede ser consultada en el [Apéndice 9.3](#):

Tabla 31. Cálculo alimentador monofásico

Circuito	Potencia (VA)	Voltaje (V)	Calibre L1, L2, N y T	Ducto	Protección	Descripción
TM-1	1800	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Oficinas
TM-2	1600	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Servidor, Reciclaje y Vestidor
TM-3	1100	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Zona de Producción 1
TM-4	1100	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Zona de Producción 2
TM-5	1200	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Cocina- Comedor 2-Lavandería- Casilleros-Baño Principal
TM-6	1000	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Zona de Carga y Descarga, Herramientas y Caldera
TM-7	1400	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Bodega General
TM-8	1600	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Bodega 1, 2, 3, 4 y Gimnasio
TM-9	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Gerencia, Sala de Reuniones, Logística, Pasillo

Circuito	Potencia (VA)	Voltaje (V)	Calibre L1, L2, N y T	Ducto	Protección	Descripción
TM-10	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Contabilidad, Pasillo, Comercial y Finanzas
TM-11	900	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Comedor
TM-12	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Vestidor, Closet, Servidor, Monitoreo, Ampos, Bodega Adm.
TM-13	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 2
TM-14	1620	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 1
TM-15	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Gimnasio
TM-16	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 3, Caldera, Carga y Descarga
TM-17	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Lavandería, Vestidor 2, Comedor-Cocina 2
TM-18	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Tanques Fermento, Bodega Materia Prima 1,2,3, Laboratorio
TM-19	900	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Cocina 1
TM-20	1080	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Cocina 2, Baño Visitas
TM-21	1080	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Baño Principal, Secundario, Vestidor
TM-22	5500	120	AWG #6 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	1P/50A	Termoducha
TM-23/25	5000	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Cocina Eléctrica
TM-24/26	5000	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Cocina Eléctrica
TM-27/29	5760	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Secadora
TM-28/30	3665	240	AWG #6	EMT (3/4")	2P/20A	Aire Acondicionado
TM-32/34	7460	240	AWG #3, AWG #3, AWG #8	EMT (3/4")	2P/40A	Calentador Túnel
TM-36/38	2984	240	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	EMT (3/4")	2P/20A	Termostatos
TM-40/42	250	240	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	EMT (3/4")	2P/20A	Motor Portón Eléctrico
TM-44/46	120	240	AWG #12, AWG #12, AWG # 15	EMT (3/4")	2P/20A	Sensores de Luz

Fuente: Elaboración propia en Excel

3. Propuesta de diseño eléctrico trifásico

Primeramente, se presenta la selección de los conductores y los distintos elementos de protección de cada motor. Además, más adelante se diseña el subalimentador del grupo de motores. Cabe mencionar que los “breakers” de cada ramal se colocarán en un tablero dedicado para todos los motores, siguiendo la metodología de la figura 32, en la cual de un tablero se conecta la protección y posteriormente el equipo:

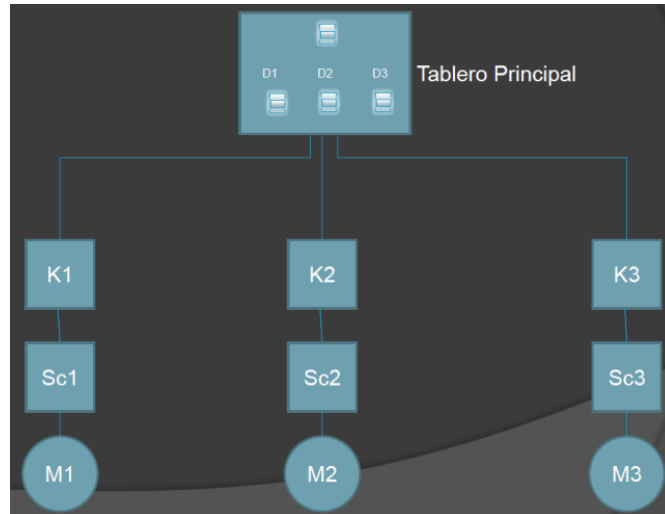


Figura 32: Distribución de motores

Fuente: *Curso instalaciones eléctricas ITCR IIS-2021*

La figura 32 no representa ningún tablero del proyecto, solamente es una guía o referencia sobre cómo serán las instalaciones.

3.1. Corrientes nominales en los motores

En primer lugar, se obtuvo las corrientes nominales de los motores, estas corrientes son obtenidas del NEC 2014 en la [Tabla 430.250](#), las cuales fueron listadas en la [Apéndice 1. Lista de Equipos](#).

3.2. Selección de conductores

Cuando se selecciona el conductor de un motor, se deben tomar en cuenta varias consideraciones, entre ellas, aplicar el artículo del NEC 430.22(A) en el cual se estipula que “los conductores de los circuitos ramales de un solo motor deben tener una capacidad mayor o igual al 125% de la corriente nominal del motor” (NEC 2014, p. 331), además de la aplicación de un factor de corrección de temperatura (el cual se obtuvo en el apartado [2.1 del Capítulo III](#)).

Para que los conductores trasieguen una corriente nominal inferior a los 100A, se seleccionaron a 60°C y para las superiores a 75°C (artículo NEC 2014 110.14 (C)(1)(b)). En el caso de los conductores de los ramales para cada motor, se seleccionaron a 60°C (corriente inferior a los 100A).

Como se mencionó con anterioridad, se utilizará un factor de corrección de temperatura de 1.05, ya que la temperatura ambiente suele ser 22°C, por lo que, para seleccionar los calibres de los conductores (líneas vivas, neutro y puesta a tierra), se procede con el valor de la corriente de cortocircuito y la tabla [250.122](#) (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)) del NEC 2014 (p. 137) y la tabla [310.15\(B\)\(16\)](#) (seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).

Para los ductos de canalización, se utilizará tubería EMT de 3” ([Artículo 358 de la Tabla 4 del Capítulo 9](#) del NEC 2014, debido al grosor de los conductores de los motores, seleccionado del mismo modo que se realizó en el [apartado 2.4](#)).

3.3. Selección de contactores

Una vez seleccionados los conductores de cada motor, se procedió con la selección del contactor de cada motor, de acuerdo con las tablas NEMA (en la figura 33) realizando la escogencia a 120V.

Contactador Tamaño NEMA	Máxima potencia en hp		
	Voltaje del motor	Una fase	Tres fases
00	115	1/3	----
	200	----	1 ½
	230	1	1 ½
	460	----	2
	575	----	2
0	115	1	----
	200	----	3
	230	2	3
	460	----	5
	575	----	5
1	115	2	----
	200	----	7 ½
	230	3	7 ½
	460	----	10
	575	----	10
2	115	3	----
	200	----	10
	230	7 ½	15
	460	----	25
	575	----	25
3	115	----	----
	200	----	25
	230	----	30
	460	----	50
	575	----	50
4	115	----	----
	200	----	40
	230	----	50
	460	----	100
	575	----	100
5	115	----	----
	200	----	75
	230	----	100
	460	----	200
	575	----	200
6	115	----	----
	200	----	150
	230	----	200
	460	----	400
	575	----	400
7	115	----	----
	200	----	200
	230	----	300
	460	----	600
	575	----	600
8	115	----	----
	200	----	400
	230	----	450
	460	----	900
	575	----	900

Figura 33: Tabla de contactores NEMA

Fuente: *Curso instalaciones eléctricas ITCR IIS-2021*

Los datos obtenidos se pueden consultar en la [Tabla Resumen de Motores Trifásicos en el apartado 3.7 del Capítulo III](#)

3.4. Selección protección contra sobrecargas

Una vez seleccionados los contactores, se procedió con la selección de la protección contra sobrecarga de cada motor, para ello, se utilizó el artículo 430.32 (A) del NEC 2014, p. 334.

La mayoría de los motores tienen un factor de servicio o seguridad de 1.15, por lo que la protección debe escogerse a un 125% de la corriente nominal del motor (artículo 430.32(A) del NEC 2014, p. 334) y si en un eventual caso, el motor no arranca, este valor debe aumentar a 140% de la corriente nominal del motor (430.32(C) del NEC 2014, p.335). Considerando lo anterior, las protecciones contra sobrecarga se seleccionan de aleación eutéctica, ya que los contactores seleccionados van acorde a las normas NEMA, poniendo una protección por fase según lo que indica el NEC 2014, 430.37 en su página 336.

Los datos obtenidos se pueden consultar en la [Tabla Resumen de Motores Trifásicos en el Apartado 3.7 del Capítulo III.](#)

3.5. Selección protección contra cortocircuito

Para la protección contra cortocircuito de los motores, se seleccionaron del tipo “interruptor automático de tiempo inverso” debido al acople que tienen con los contactores NEMA y las protecciones de aleación eutéctica. En este caso, siguiendo lo que recomienda el [NEC 2014, 430.52](#), se estableció un factor de multiplicación a la corriente nominal de acuerdo con los elementos de protección seleccionados anteriormente y el tipo de motor.

Para los motores trifásicos de jaula de ardilla, se utiliza un factor de 250% y, para motores trifásicos de rotor devanado, un factor del 150%. Una vez obtenido el valor ajustado de corriente para la selección de la protección, se utiliza el NEC 2014, 240.6(A) en el cual se definió la capacidad del elemento y para seleccionar el conductor correspondiente a la puesta a tierra del motor (de acuerdo con [NEC 2014, 250.122](#)).

Los datos obtenidos se pueden consultar en la [Tabla Resumen de Motores Trifásicos en el Apartado 3.7 del Capítulo III](#).

3.6. Alimentador y disyuntor principal (TP1)

Para el cálculo del conductor para el alimentador principal, se hizo uso del NEC 430.24, en el cual se indica que “la corriente de selección debe ser mayor al 125% de la corriente nominal del motor más grande, más el 100% de la corriente a plena carga del resto de los motores, más el 100% de las cargas no continuas, más el 125% de las cargas continuas” (NEC, 2014, p. 333), siendo este valor:

$$I_{suba\ lim\ entador} = 1.25 \cdot 41 + 129.28 + 50.13 + 208.14 + 26.29 + 16.2 = 430.04A$$

El resultado anterior proviene de la suma del resultado de los motores trifásicos, las cargas monofásicas totales y la corriente por operación continua y, dado que de nuevo es de muy alta magnitud, en este caso se tomará la decisión de utilizar tres conductores por fase, lo que genera un castigo por agrupamiento, no obstante, no se debe aplicar, ya que la instalación será expuesta al aire libre o intemperie, siendo el resultado entonces:

$$I_{Alim} = \frac{430.04}{3} = 143.34A$$

Por lo tanto, utilizando la tabla del [NEC 2014, 310.15 \(B\)\(17\)](#), considerando un 25% de expansión y la columna de 75°C, se seleccionó el conductor propuesto que será #3/0 AWG con una ampacidad de 179.18A tanto para el alimentador, como para el neutro y un conductor de puesta a tierra de #6 AWG, según el [NEC 2014, 250.122](#), y un tablero de 225A.

Para el alimentador del diseño, se debe incluir una protección principal la cual fue calculada de acuerdo con el artículo 430.63 del NEC en el cual se indica que “se debe seleccionar una protección cuyo valor sea mayor al de los motores más la suma de las corrientes a plena carga y las cargas conectadas” (NEC 2014, p. 341), de la siguiente manera:

$$I_{cc} = 41 + 179.18 + 225 = 445.18A$$

A partir del valor anteriormente calculado, se selecciona una protección de 400A. Los demás tableros se pueden consultar en el [Apéndice 2](#).

3.7. Tabla resumen de motores trifásicos

Tabla 32. Resumen de circuitos trifásicos

Descripción	Circuito	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Calibre de Conductores (L,N,T)	Potencia (Hp)	Contactador NEMA	Corriente Protección Sobrecarga a 125% (A)	Corriente Protección Sobrecarga a 140% (A)	Corriente Protección Cortocircuito (A)	Protección contra Cortocircuito (A)
Compresor Principal	M-1	480	41,00	AWG #4, AWG #4, AWG #10	15,00	2	51,25	57,40	102,50	100
Motor 1 Banda 1	M-2	480	1,70	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	0,33	00	2,13	2,38	4,25	15
Motor 2 Banda 2	M-3	480	3,80	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	1,00	00	4,75	5,32	9,50	15
Motor 3 Secadora	M-4	480	1,10	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	1,20	00	1,38	1,54	2,75	15
Motor 4 Banda	M-5	480	1,10	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	1,20	00	1,38	1,54	2,75	15
Motor 5 Banda	M-6	480	1,10	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	1,20	00	1,38	1,54	2,75	15

Descripción	Circuito	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Calibre de Conductores (L,N,T)	Potencia (Hp)	Contactador NEMA	Corriente Protección Sobrecarga a 125% (A)	Corriente Protección Sobrecarga a 140% (A)	Corriente Protección Cortocircuito (A)	Protección contra Cortocircuito (A)
Motor 6 Banda	M-7	480	0,51	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	0,25	00	0,64	0,71	1,28	15
Motor 7 Mesa Giratoria	M-8	480	0,55	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	0,90	00	0,69	0,77	1,38	15
Motor Refrigeración 1	M-9	480	12,90	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	5,00	0	16,13	18,06	32,25	30
Compresor Refrigeración 1	M-10	480	16,2	AWG #10, AWG #10, AWG #12	6,00	1	20,25	22,68	40,50	30
Compresor Refrigeración 2	M-11	480	16,2	AWG #10, AWG #10, AWG #12	6,00	1	20,25	22,68	40,50	30
Ventilador Refrigeración 1	M-12	480	1,80	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	0,54	00	2,25	2,52	4,50	15
Ventilador Refrigeración 2	M-13	480	1,80	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	0,54	00	2,25	2,52	4,50	15
Motor Refrigeración 2	M-14	480	14,70	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	5,00	0	18,38	20,58	36,75	35
Moledora	M-15	480	32,00	#12 AWG, #12 AWG, #14 AWG	3,00	00	40,00	44,80	80,00	70
Bomba	M-16	480	16,20	#6 AWG, #6 AWG, # 10 AWG	1,00	00	20,25	22,68	40,50	40
Bomba de Retorno	M-17	480	16,20	#12 AWG, #12 AWG, #14 AWG	1,00	00	20,25	22,68	40,50	40
Bomba de Caldera	M-18	480	2,33	#12 AWG, #12 AWG, #14 AWG	1,20	00	2,92	3,27	5,83	15

Descripción	Circuito	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Calibre de Conductores (L,N,T)	Potencia (Hp)	Contactador NEMA	Corriente Protección Sobrecarga a 125% (A)	Corriente Protección Sobrecarga a 140% (A)	Corriente Protección Cortocircuito (A)	Protección contra Cortocircuito (A)
Tablero Principal	TP1	480	179,18	#3/0 AWG, #3/0 AWG, #6 AWG	-	-	223,98	250,83	447.96	400
Tablero Destilería Centroamericana Trifásico	TDCT	480	43,09	#2/0 AWG, #2/0 AWG, #6 AWG	-	-	53,86	60,33	107.72	100
Tablero Destilería Centroamericana Monofásico	TDCM	240	29,23	#8 AWG, #8 AWG, #10 AWG	-	-	36,54	40,92	73.08	70
Tablero Principal Oficinas	TPO	240	101,60	#3/0 AWG, #3/0 AWG, #4 AWG	-	-	127,00	142,24	254	250
Tablero Carga y Descarga	TCD	480	15,15	#8 AWG, #8 AWG, #8 AWG	-	-	18,94	21,21	37.88	30
Tablero Áreas Comunes	TAC	240	25,07	#8 AWG, #8 AWG, #10 AWG	-	-	31,34	35,10	62.68	60

Fuente: *Elaboración propia en Excel*

4. Puesta a tierra

Para el sistema de puesta a tierra en La Nacional S. A., se hará uso del NEC 2014 en el artículo 250 y sus recomendaciones para la instalación y protección de corrientes de falla. Asimismo, se tomaron en cuenta los artículos que brindan información y guían sobre la instalación y el uso de electrodos de varilla y tubo protector que salgan de cada tablero, es decir, de cada tablero saldrá una varilla cableada que se incrusta en el suelo a 2.44m de profundidad.

De acuerdo con el NEC en el apartado 250.52(5), se indica que “los electrodos de varilla y tubo no deben de medir menos de 2.55m (8 pies) de longitud (2014, p. 125) y, adicionalmente, en el inciso a del mismo apartado 250.52(5), se señala que “los electrodos de puesta a tierra de tubo o Conduit no deben ser menores que el indicador métrico 21 (tamaño comercial 3/4") y, si son de acero, su superficie exterior debe estar galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para protección contra la corrosión” (NEC 2014, p. 125). En este caso, las varillas utilizadas serán las

copperweld, que son de acero recubiertas en cobre, las cuales, incrustadas en suelo rocoso, suelen tener baja resistencia, esto con el propósito de que la corriente de falla tome la ruta y proteja las instalaciones y a las personas de La Nacional S. A. Además, como se mencionó anteriormente, de acuerdo con el apartado 250.53(G) para electrodos de varilla y tubo, se indica que “el electrodo se debe instalar de manera que una longitud mínima de 2.44m esté en contacto con el suelo” (NEC 2014, p. 126) y para su selección se hará uso de la [Tabla 250.66](#) siendo, por ejemplo, para el tablero TAC, la siguiente selección:

Tabla 250.66 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del mayor conductor no puesto a tierra de entrada de la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a (AWG/kcmil)		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG/kcmil)	
Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre ^b
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 o 1/0	2/0 o 3/0	6	4
2/0 o 3/0	4/0 o 250	4	2
Más de 3/0 hasta 350	Más de 250 hasta 500	2	1/0
Más de 350 hasta 600	Más de 500 hasta 900	1/0	3/0
Más de 600 hasta 1100	Más de 900 hasta 1750	2/0	4/0
Más de 1100	Más de 1750	3/0	250

Figura 34: Ejemplo selección calibre conductor de electrodo para TAC

Fuente: NEC 2014

Se selecciona entonces un cable calibre #8 AWG para el conductor del electrodo o la varilla, ya que el calibre actual del tablero TAC es calibre #8 AWG el cual entra en la categoría de 2 o menor de la tabla 250.66. Para resumir esta información, se adjunta la siguiente tabla 33:

Tabla 33. Resumen varillas puesta a tierra

Tablero	Corriente (A)	Cable		Varilla	
		Calibre (#AWG)	Cantidad (m)	Calibre (")	Gaza (")
TP1		Ya tiene conexión a Tierra			
TP2		Ya tiene conexión a Tierra			
TDCT		Ya tiene conexión a Tierra			
TDCM	29,23	6	3	1/2	1/2
TPO		Ya tiene conexión a Tierra			
TAC	50,13	6	3	1/2	1/2
TCD		Ya tiene conexión a Tierra			

Fuente: Elaboración Propia en Excel

5. Caída de tensión

5.1. Circuitos monofásicos

En esta sección se calculó la caída de tensión de los conductores del área monofásica de acuerdo con los calibres seleccionados con anterioridad. Si dicha caída de tensión en los ramales es superior al 3%, se cambiarán los calibres para reducir el valor y, para efectos del proyecto y el alcance, como no es una construcción desde cero, las longitudes no se disminuirán, para no afectar lo que está implementado actualmente y cumplir con lo que dicta la norma 215.2(A)(1) del NEC 2014 en el artículo 2, “Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la requerida para alimentar la carga, según lo calculado en las Partes III, IV y V del Artículo 220. Los conductores deben estar dimensionados para transportar no menos que el valor más alto de los especificados en 215.2(A)(1)(a) o (b)” (NEC, 2014, p. 74).

Los valores se obtuvieron al consultar la resistencia (Ω/km) de cada calibre según la [Tabla 9 del Capítulo 9 en el Anexo 3.11](#). Se tomó por factor de potencia el valor de 1, asimismo la medición de la longitud desde la localización propuesta de los tableros a cada equipo y luminaria con mayor distancia, así como la corriente de la carga recolectada de las placas de cada equipo y el uso de la fórmula:

$$\%CV_{1\phi} = \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I}{1000 \cdot V} \quad (12)$$

A modo de ejemplo, se realizará el cálculo para el “TM-1”, que es el circuito de luminarias de oficina 1 (los demás circuitos y sus nombres según la nomenclatura se pueden consultar en el apartado [2.14 Tabla Resumen Cargas Monofásicas-Bifásicas del Capítulo III](#))

Datos para caída de tensión en TM-1:

- Longitud del circuito: 21.65m.
- Corriente de la Carga: 16.87A.
- Voltaje: 120V.
- Calibre de las Líneas: #6 AWG THHN
- Resistencia (Ω/km): 1.61 de acuerdo con la [Tabla 9 del Capítulo 9 en el Anexo 3.11](#) para dicho calibre.

$$\%CV_{1\phi} = \frac{2 \cdot 1.61 \frac{\Omega}{km} \cdot 21.65m \cdot 16.87A}{1000 \frac{m}{km} \cdot 120V} \times 100 = 0.98$$

Los demás valores para caída de tensión monofásica pueden consultarse en el [Apéndice 5.1](#)

5.2. Circuitos trifásicos

En esta sección se calculó la caída de tensión de los conductores del área trifásica de acuerdo con los calibres seleccionados con anterioridad. Si dicha caída de tensión en los ramales es superior al 3%, se cambiarán los calibres para reducir el valor y, para efectos del proyecto y el alcance, al ser una construcción existente, las longitudes no se disminuirán, para no afectar lo que está implementado actualmente.

Los valores se obtuvieron al consultar la [Tabla 9 del Capítulo 9 en el Anexo 3.11](#) del NEC 2014, p. 757, resistencia (Ω/ft) y la reactancia de cada calibre según corresponda, además del valor de la longitud desde la ubicación de cada tablero hasta la luminaria, tomacorriente o equipo que controle dicho tablero que se encuentre a mayor distancia, así como la corriente de las cargas visibles de las placas de cada equipo (para factores de potencia no obtenida se utilizó un valor de 0.85) y el uso de las fórmulas:

$$\%CV_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot Z \cdot I \cdot l}{1000 \cdot V} \quad (13)$$

$$Z_e = R \times [F.P + X_L \times \text{sen} \cdot (\arccos(F.P))] \quad (14)$$

A modo de ejemplo, se realizará el cálculo para el “M-1”, que es el compresor principal (los demás circuitos y sus nombres según la nomenclatura se pueden consultar en el apartado [3.7. Tabla Resumen de Motores Trifásicos en el Capítulo III](#)).

Datos para Cálculo de Z_e en M-1:

- Factor de Potencia: 0.85.
- Calibre de las Líneas: #4 AWG THHN
- Resistencia (Ω/km): 1.02 de acuerdo con la [Tabla 9 del Capítulo 9 en el Anexo 3.11](#) para dicho calibre.

- Reactancia (Ω/km): 0.157 de acuerdo con la [Tabla 9 del Capítulo 9 en el Anexo 3.11](#) para dicho calibre.

$$Z_e = 1.02 \frac{\Omega}{\text{km}} \times [0.85 + 0.157 \frac{\Omega}{\text{km}} \times \text{sen} \cdot (\arccos(0.85))] = 0.8625$$

Datos para cálculo de caída de tensión en M-1:

- Impedancia: 0.8625 Ω/km
- Corriente: 41A
- Longitud: 1m
- Voltaje: 480V

$$\%CV_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot Z \cdot l \cdot I}{1000 \cdot V}$$

$$\%CV_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.8625 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 1\text{m} \cdot 41\text{A}}{1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \cdot 480\text{V}} \times 100 = 0.04\%$$

Los demás valores para caída de tensión trifásica pueden consultarse en el [Apéndice 5.3.2](#)

6. Análisis del estudio de cortocircuito

6.1. Generalidades

Mediante el estudio de fallas en los circuitos eléctricos, es posible determinar las corrientes de cortocircuito que son un riesgo tanto para las personas que laboran en la empresa principalmente, así como para los equipos que se conectan a las instalaciones eléctricas y los inventarios que La Nacional S. A. posee en sus bodegas.

La cantidad y frecuencia de los picos de corriente que ocurren en la jornada laboral es perjudicial, por lo que es necesario calcular la corriente de cortocircuito para indicarla en los tableros de la empresa, con el fin de proteger todo lo anteriormente mencionado.

Para la realización de este análisis de cortocircuito, solamente serán considerados los tableros y sus cargas trifásicas o aquellas cargas que no son estáticas, ya que son equipos que no son meramente resistivos mediante el método p.u y, para efectos de La Nacional S. A., su equipo más potente es de 15HP, por lo que no se despreciará ninguno, ya que son pocos en cantidad y de una potencia baja.

El procedimiento para calcular la corriente de cortocircuito por el método de las impedancias es el siguiente:

- Transformar los circuitos reales a un diagrama unifilar simplificado.
- Identificar los puntos para el análisis de la falla.
- Incluir todos los datos importantes de los equipos especiales (motores, transformadores, generadores, entre otros, para este caso siendo trifásicos).
- Incluir los datos de los conductores como la distancia y el calibre.
- Disponer del valor de capacidad de cortocircuito brindado por el proveedor ([6.4](#)).
- Calcular las impedancias (puntos [6.2](#) y [6.3](#)).
- Simplificar el cálculo mediante las fórmulas del punto [6.5](#).

6.2. Impedancias de los conductores eléctricos

Los conductores eléctricos participan como un elemento en las fallas por cortocircuito, ya que atenúan la corriente de falla al oponerse al paso de la misma y dependerá principalmente del calibre que se utilice y la longitud total que representa.

Para el cálculo de este valor, se determinó la impedancia/longitud en cada conductor eléctrico según su calibre mediante la [Tabla 9 del NEC 2014 en el Capítulo 9 ubicada en el Anexo 3.11](#), ya que indican el valor de resistencia y reactancia en Ω/km utilizando como referencia las

columnas de acero, el cual al final del cálculo deberá ser multiplicado por la longitud del cable en km para calcular la impedancia total del conductor. Por ejemplo, para el calibre #12 la tabla 9 nos indica que su resistencia y reactancia es de: $X_L = (6.60 + 0.223j) \Omega/km$ y para el caso del motor de la banda 1, el cual tiene una longitud de 4.35m, al multiplicar los datos se obtiene una impedancia final de:

$$Z_{M-02} = (6.60 + 0.223j) \Omega/km \cdot 0.00435kn = (0.0287 + 0.001j)\Omega$$

Los demás calibres y motores pueden ser encontrados en el [Apéndice 6.1](#).

6.3. Impedancias de los motores, compresores y equipos

Los motores y los equipos especiales normalmente en su placa o manuales traen la información proporcionada por los fabricantes, no obstante, en los casos que no se tengan, se pueden obtener mediante cálculos aproximados al utilizar la corriente a plena carga de las placas o la [Tabla 430.250](#), que brinda la corriente de plena carga de los motores a distintos voltajes de acuerdo con sus potencias HP, y la [Tabla 430.251\(B\)](#), que nos informa sobre la corriente máxima con rotor bloqueado en los motores a distintos HP. Extrayendo los datos y utilizando la fórmula:

$$\%Z = \frac{I_{Plena\ Carga}}{I_{Rotor\ Bloqueado}} \quad (15)$$

El resultado nos brinda el porcentaje de impedancia del motor, el cual puede ser consultado en el [Apéndice 6.2](#) y ser utilizado en el cálculo de las impedancias de los equipos mediante la fórmula:

$$Z = \%Z \cdot \frac{S_{Base}}{HP_{equipo}} \quad (16)$$

Tabla 40. Impedancia de los calibres para cortocircuito

Siglas	Equipo	%Z	Potencia del Motor (HP)	Potencia Base (MVA)	Impedancia j(Ω)
M-01	Compresor Principal	0,181	15,00	0,015	0,1810
M-02	Motor 1 Banda 1	0,110	0,34		4,9236
M-03	Motor 2 Banda	0,110	0,34		4,9236
M-04	Motor 3 Secadora	0,150	1,19		1,8860
M-05	Motor 4 Banda	0,150	1,19		1,8860
M-06	Motor 5 Banda	0,150	1,19		1,8860
M-07	Motor 6 Banda	0,110	0,25		6,4784
M-08	Motor 7 Mesa Giratoria	0,140	1,17		1,8007

Siglas	Equipo	%Z	Potencia del Motor (HP)	Impedancia j(Ω)
M-09	Motor Refrigeración 1	0,165	5,00	0,4957
M-10	Compresor Refrigeración 1	0,165	6,01	0,4127
M-11	Compresor Refrigeración 2	0,165	6,01	0,4127
M-12	Ventilador Refrigeración 1	0,110	0,55	3,0022
M-13	Ventilador Refrigeración 2	0,110	0,55	3,0022
M-14	Motor Refrigeración 2	0,165	5,00	0,4957
M-15	Moledora	0,106	3,00	0,5308
M-16	Bomba	0,240	1,01	3,5808
M-17	Bomba Retorno	0,240	1,01	3,5808
M-18	Bomba Caldera	0,150	1,21	1,8650

Fuente: Elaboración propia en Excel

6.4. Impedancias de la red

La alimentación de la red proviene de la subestación eléctrica de Sabanilla, sobre la cual se solicitó a la CNFL (Compañía Nacional de Fuerza y Luz) los datos de cortocircuito y se obtuvieron los siguientes valores:

Elemento Referencia: N° Medidor 364207

Punto de alimentación	Alimentador	Tensión de servicio (kV)	Corriente de corto (A)		R ₁ +jX ₁ (Ω)	R ₀ +jX ₀ (Ω)
			LLL	LT		
1	703 SABANILLA – GUADALUPE	34.5	3319.69	2484.60	0.912 + j5.930	1.775 + j11.919

Figura 46: Datos para corriente de cortocircuito

Fuente: CNFL

6.5. Cálculos en serie y paralelo

$$kVA_{Serie} = \left(\frac{1}{kVA_1} + \frac{1}{kVA_2} + \frac{1}{kVA_3} + \dots + \frac{1}{kVA_n} \right)^{-1} \quad (17)$$

$$kVA_{Paralelo} = kVA_1 + kVA_2 + kVA_3 + \dots + kVA_n \quad (18)$$

6.6. Diagrama unifilar para el cortocircuito

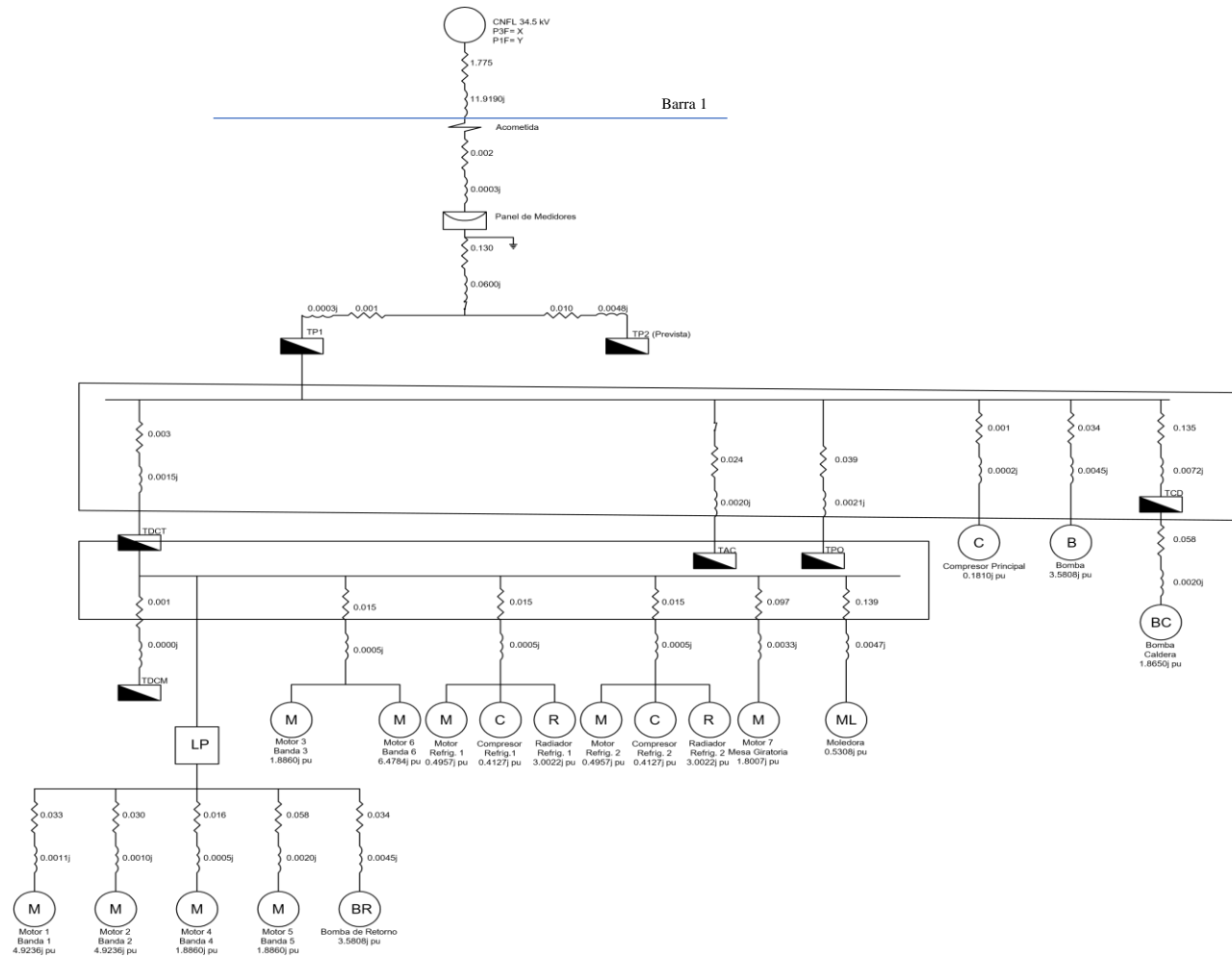


Figura 47: Diagrama unifilar de cortocircuito

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

La figura 43 muestra el diagrama unifilar del diseño propuesto para la instalación eléctrica de La Nacional S.A, el cual fue utilizado de referencia para la simplificación de circuitos y el cálculo de la corriente de cortocircuito.

6.7. Cálculo de la impedancia (Z) pu

6.7.1. Paralelo

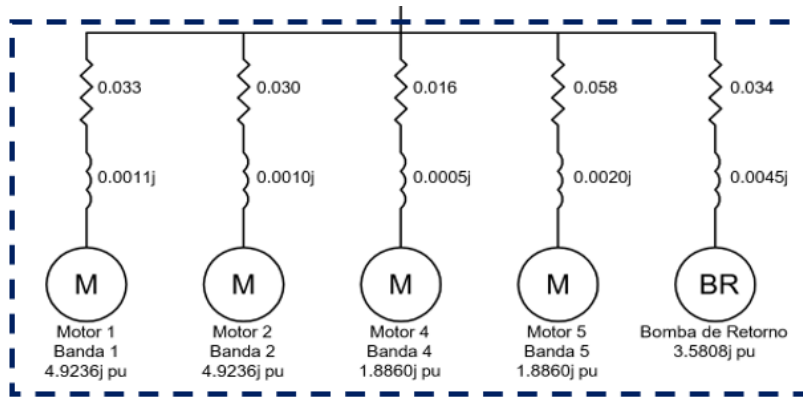


Figura 48: Reducción en paralelo 1
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

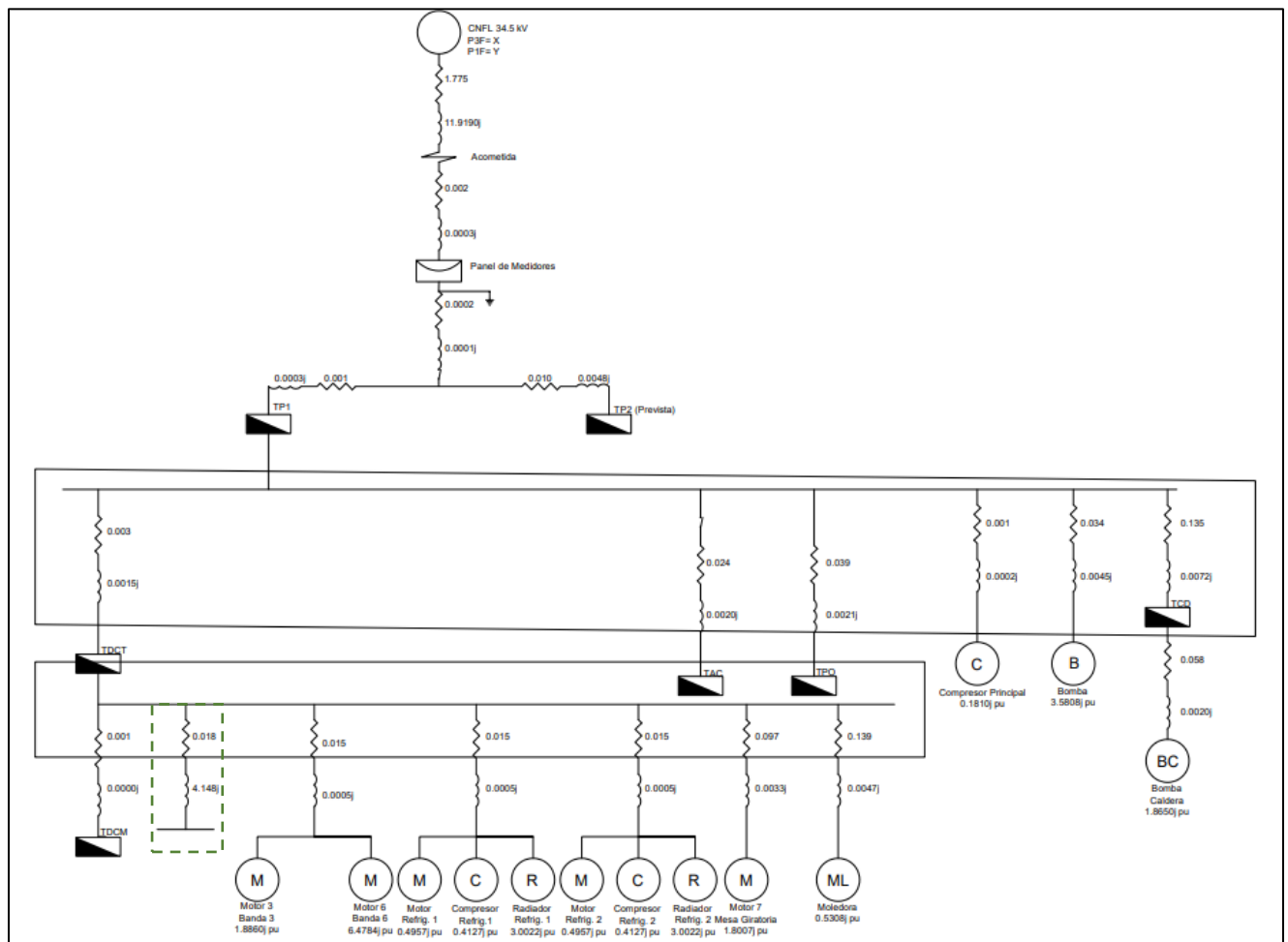


Figura 49: Diagrama unifilar post reducción 1
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.2. Paralelo

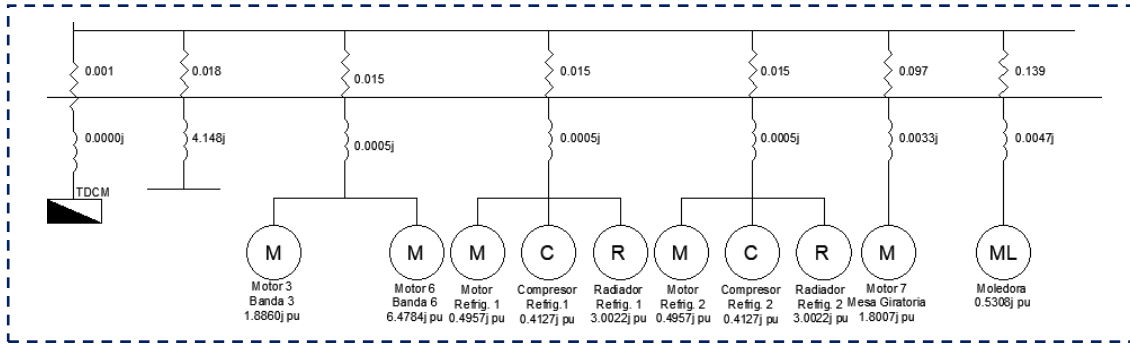


Figura 50: Reducción en paralelo 2
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

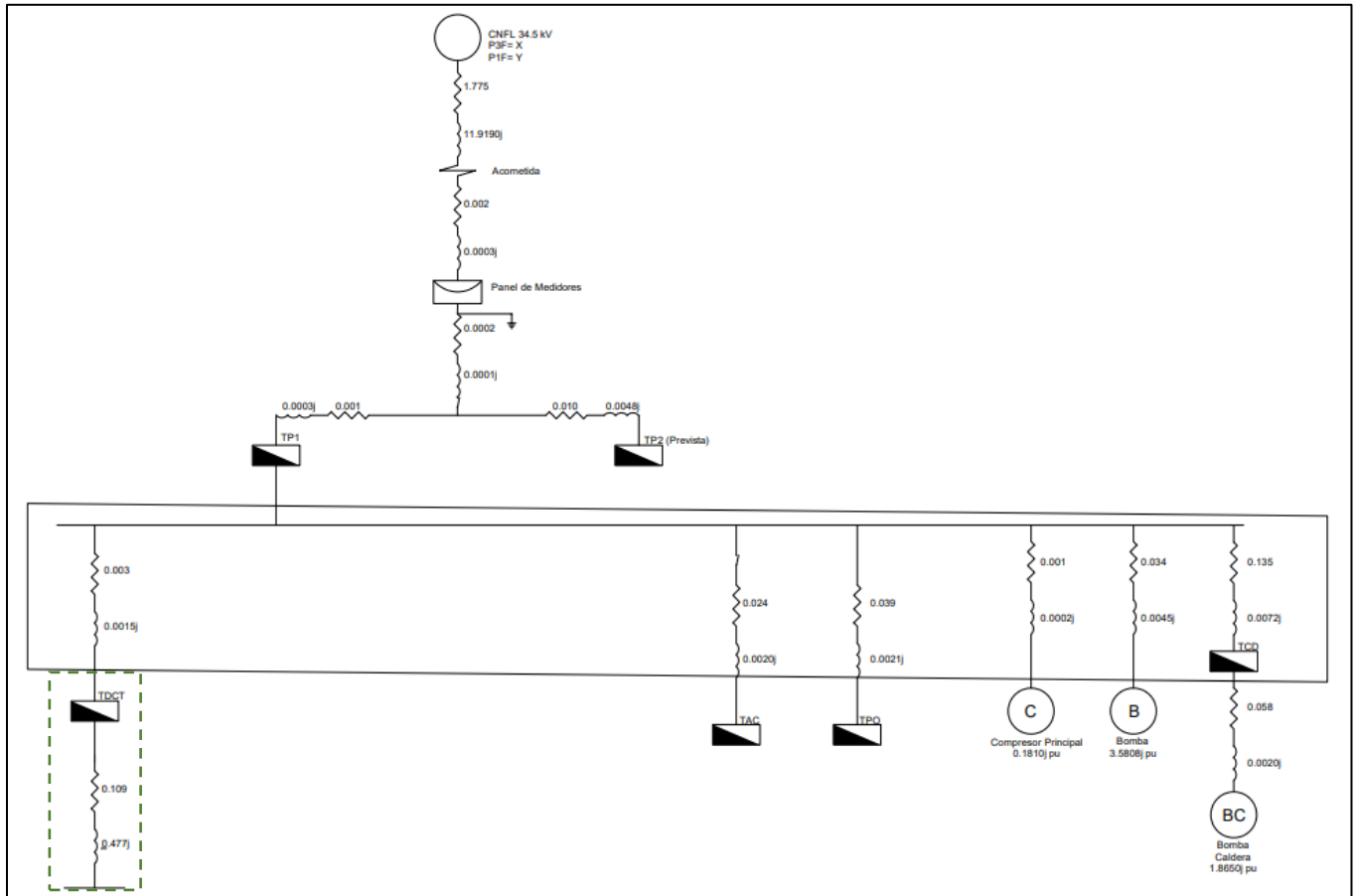


Figura 51: Diagrama unifilar post reducción 2
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.3. Serie

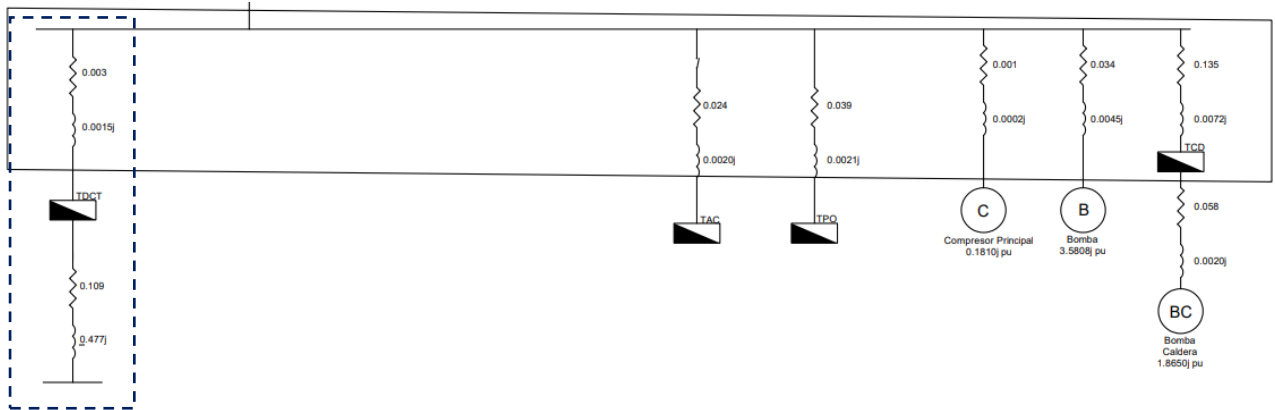


Figura 52: Reducción en serie 1
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

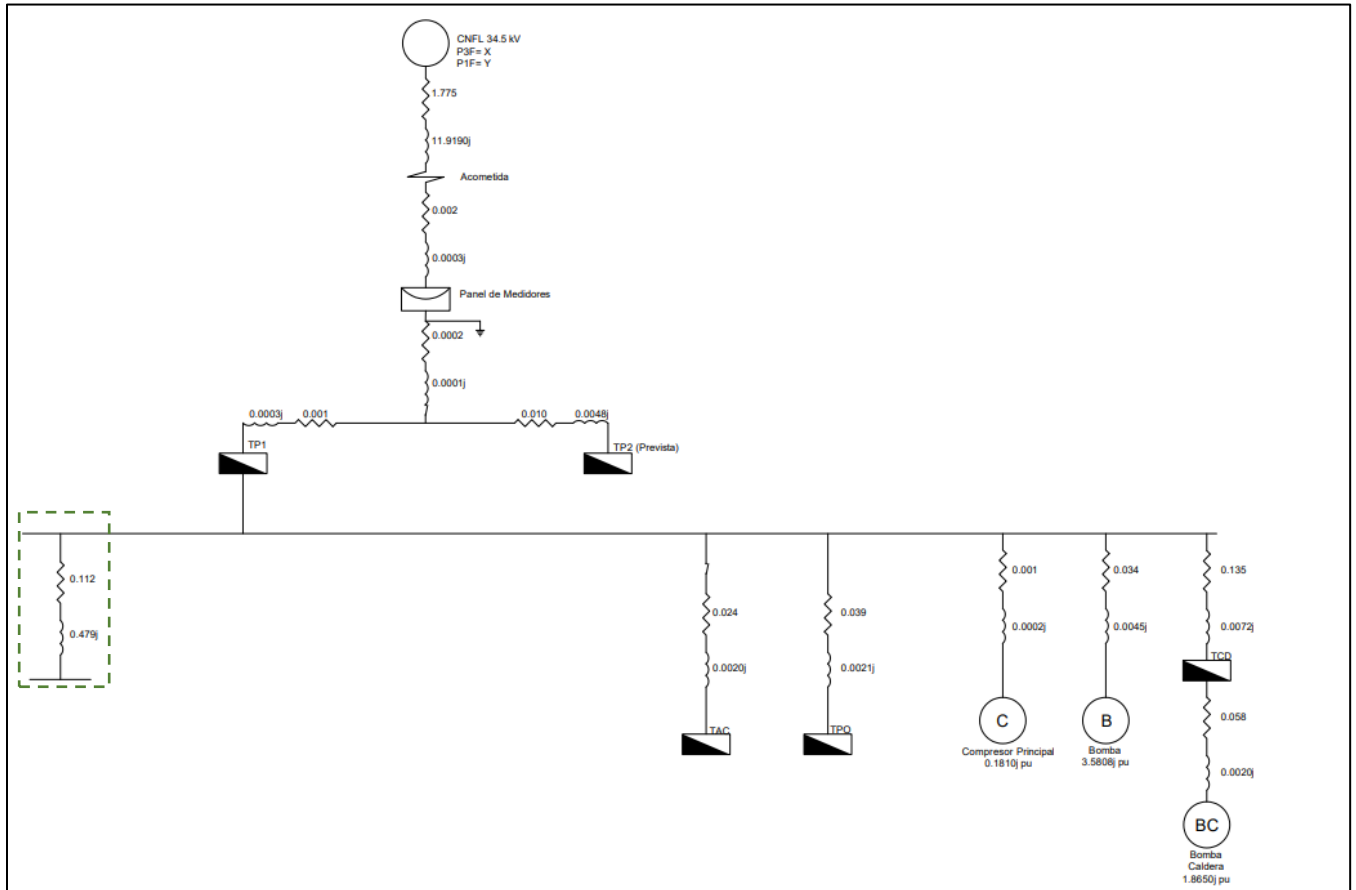


Figura 53: Diagrama unifilar post reducción 3
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

6.7.4. Serie

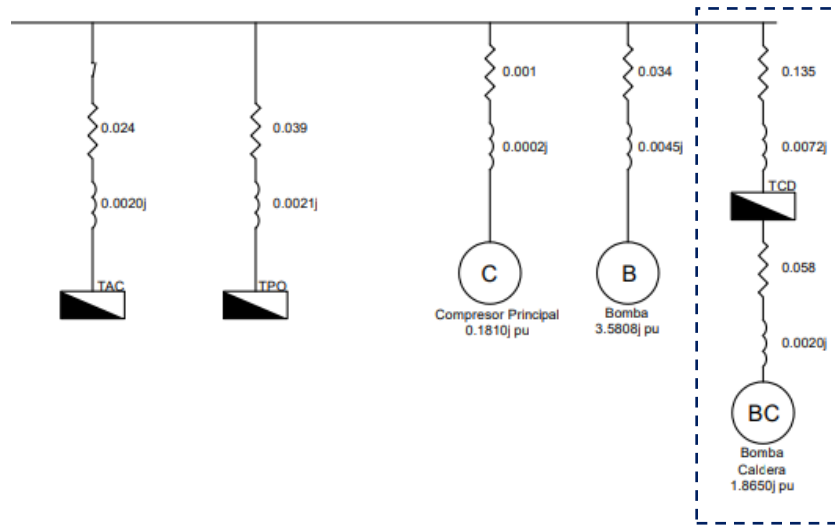


Figura 54: Reducción en serie 2
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

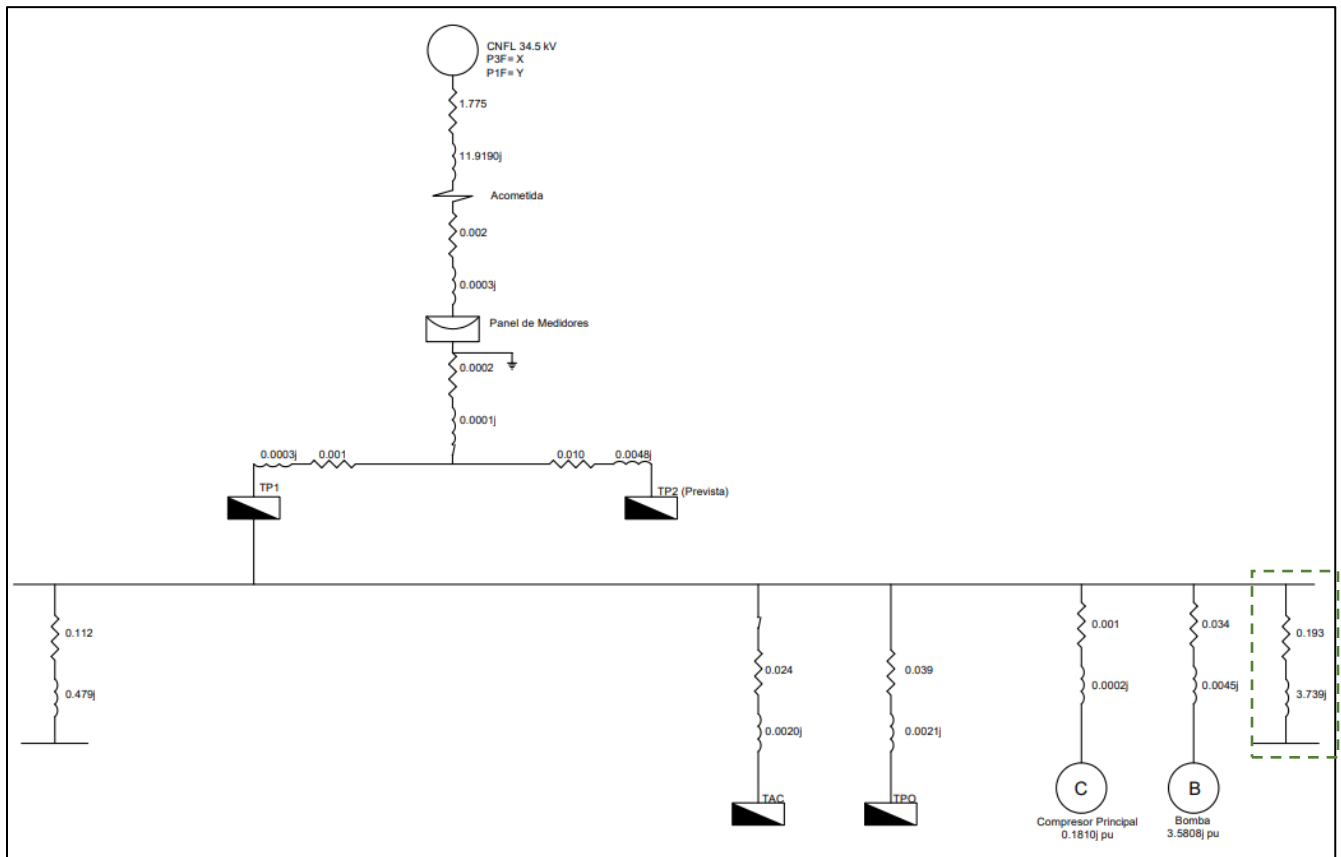


Figura 55: Diagrama unifilar post reducción 4.
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.5. Paralelo

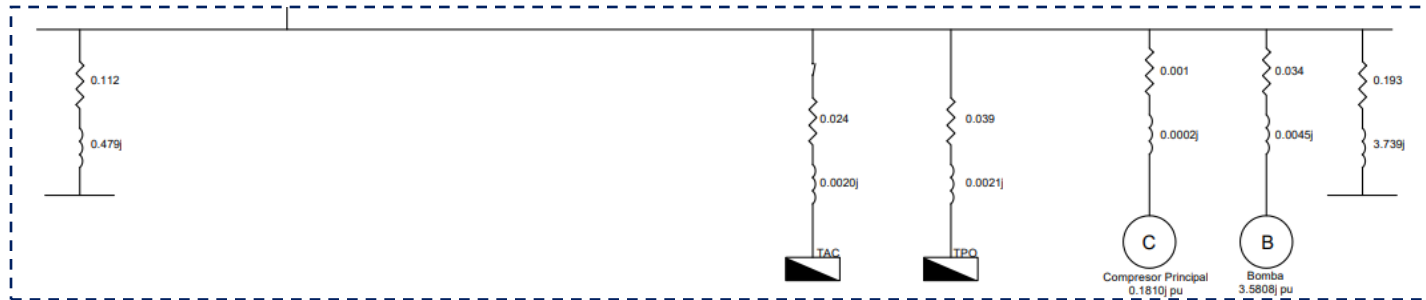


Figura 56: Reducción en paralelo 3
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

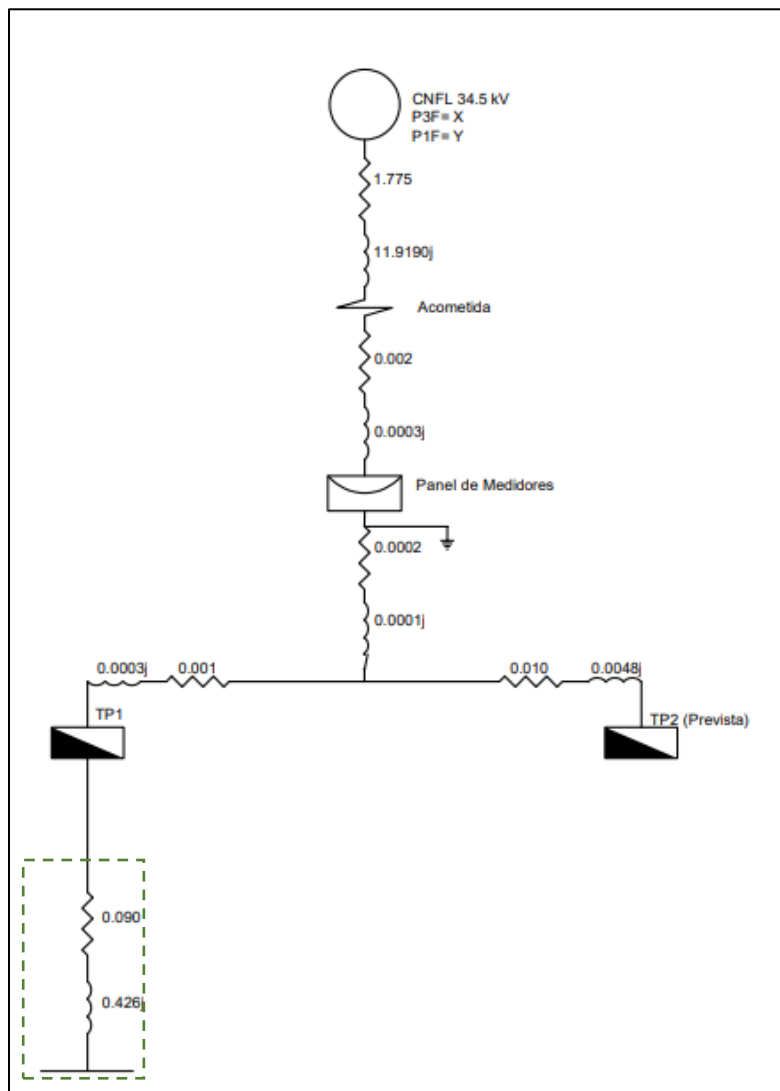


Figura 57: Diagrama unifilar post reducción 5.
 Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.6. Serie

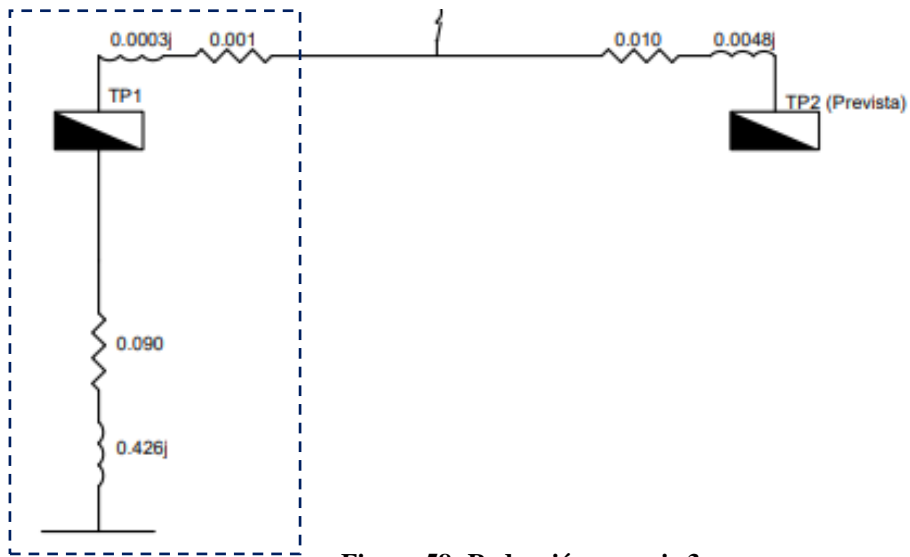


Figura 58: Reducción en serie 3

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

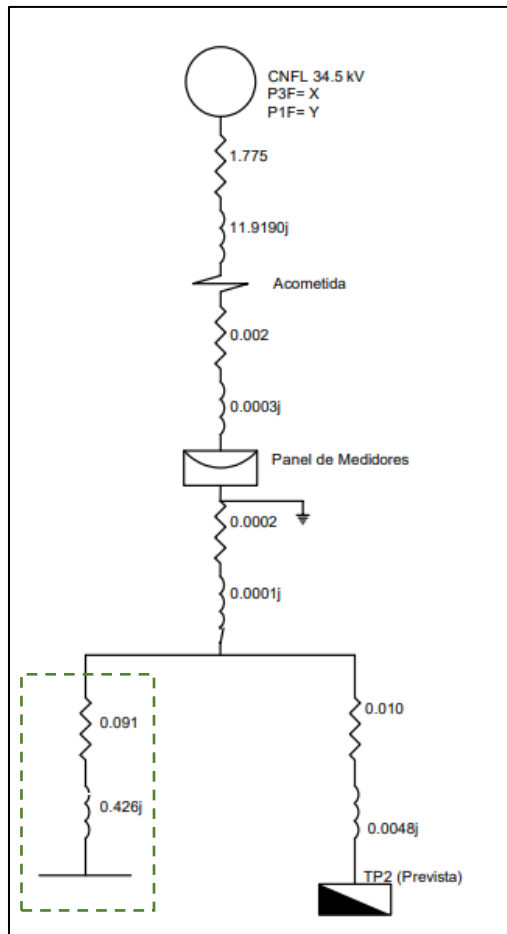


Figura 59: Diagrama unifilar post reducción 6

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

6.7.7. Paralelo

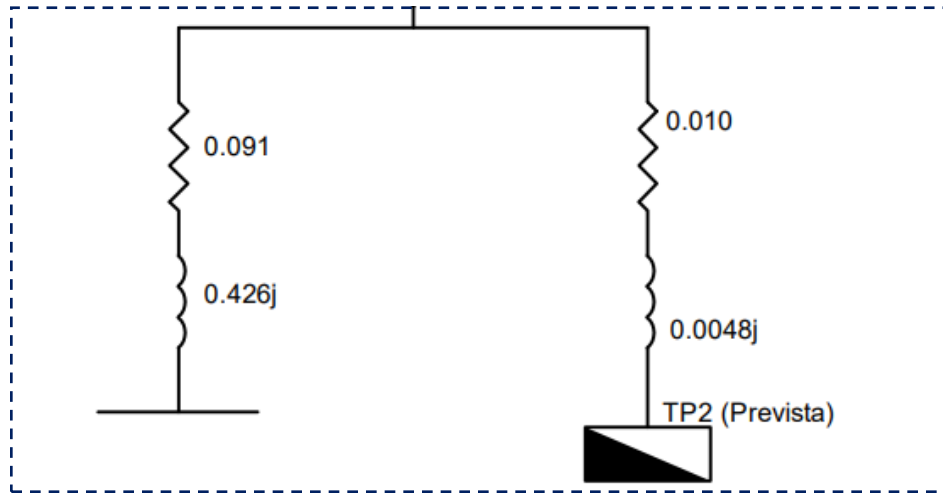


Figura 60: Reducción en paralelo 4
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

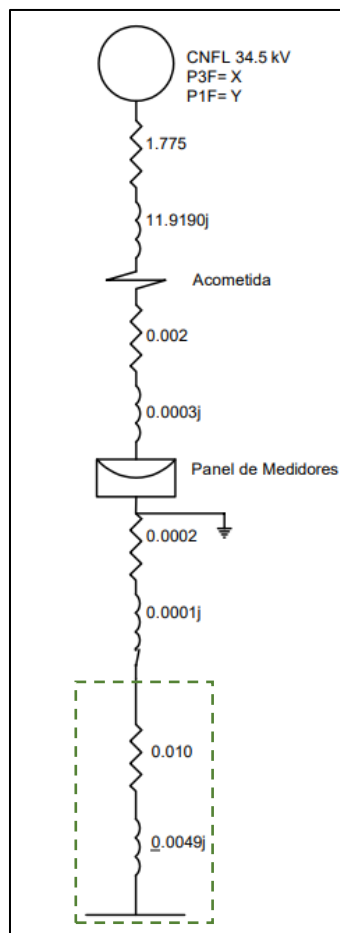


Figura 61: Diagrama unifilar post reducción 7
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.8. Serie

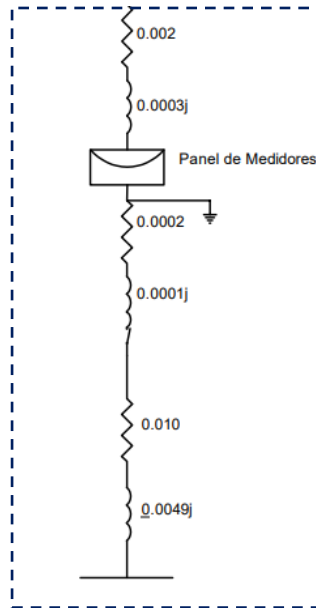


Figura 62: Reducción en serie 4
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

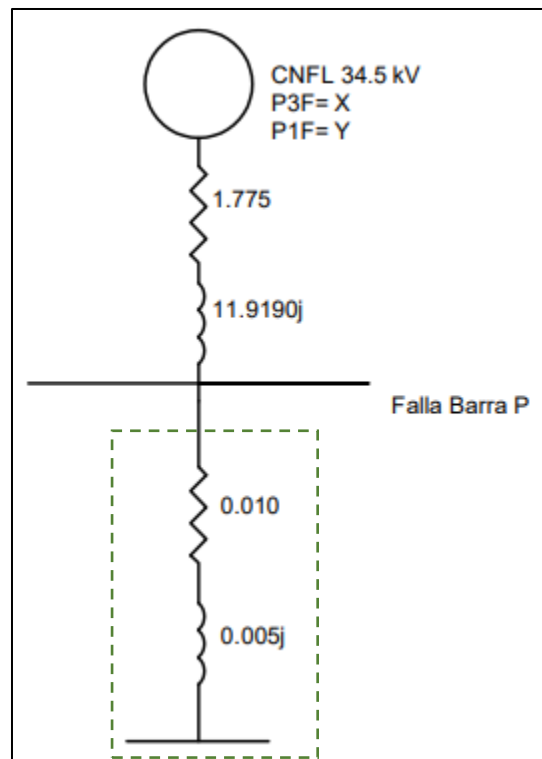


Figura 63: Diagrama unifilar post reducción 8
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

6.7.9. Paralelo

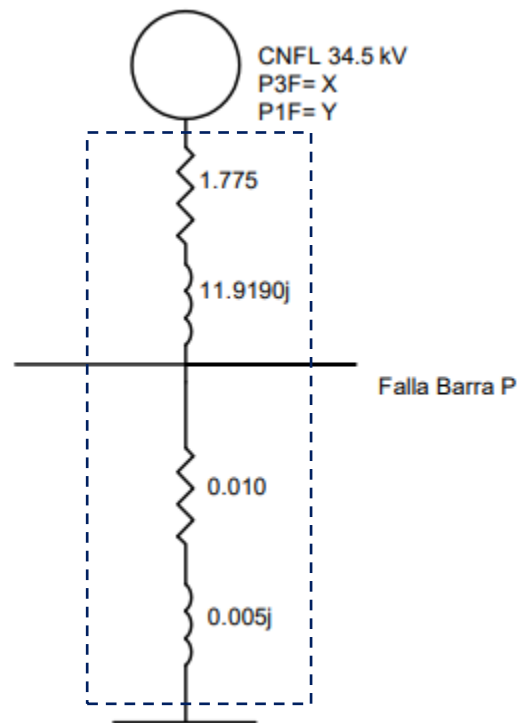


Figura 64: Reducción en paralelo 5
Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

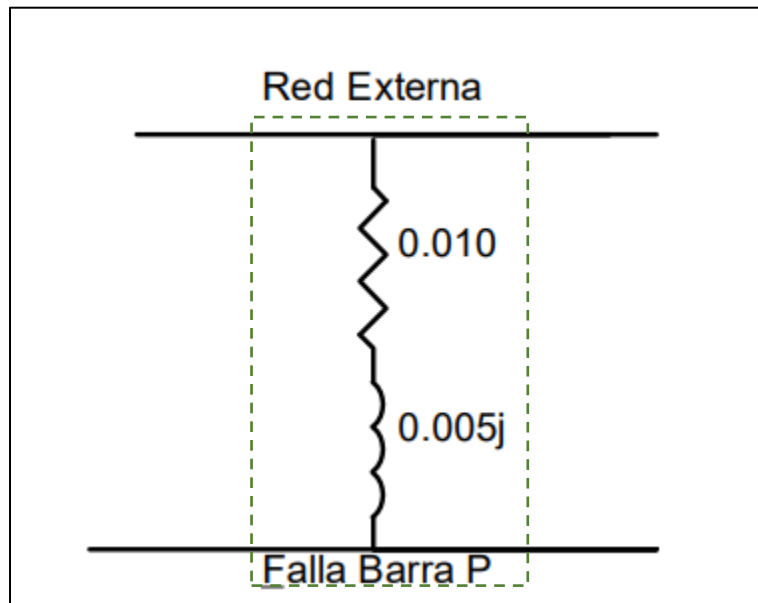


Figura 65: Diagrama unifilar post reducción 9
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

6.8. Cálculo de la corriente de cortocircuito en la barra principal

Para calcular la corriente de cortocircuito, se utilizó la [fórmula 7](#) ubicada en el marco teórico, donde V es el voltaje base en pu, es decir, al dividirse sobre sí mismo el numerador es 1 con un ángulo de desfase de 0° y, para el denominador en el cual corresponde la impedancia equivalente, se utilizó el resultado de la sección [6.7](#), siendo entonces:

$$\tilde{I}_{CC} = \frac{1 \angle 0^\circ \text{ pu}}{(0.010 + 0.411j) \text{ pu}} = 89.44 \angle -26.57^\circ$$

Adicionalmente, utilizaremos la siguiente fórmula para el cálculo de la corriente base:

$$I_{Base} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_P} \quad (19)$$
$$I_{Base} = \frac{30000VA}{\sqrt{3} \cdot 480V} = 36.08A$$

Donde los 30000VA son la potencia total del banco de transformadores de la CNFL (Compañía Nacional de Fuerza y Luz) que alimenta las instalaciones de la Nacional S. A. y el valor de 480V el voltaje en el secundario del transformador. Para finalizar, se utilizó la siguiente fórmula para calcular la corriente de cortocircuito en la barra principal:

$$I_{CC_{Barra_{Princ.}}} = \tilde{I}_{CC} \cdot I_{Base} \quad (20)$$

$$I_{CC_{Barra_{Princ.}}} = 89.44 \cdot 36.08A = 3227.39A$$

Por el método de impedancias se tiene entonces que la corriente de cortocircuito para la barra principal de La Nacional S. A. para el diseño propuesto, es de **3227.39^a**, resultado que es menor a los **3319.69A** que brinda el proveedor, lo cual es favorable, ya que indica que la empresa debe asegurarse de tener las protecciones adecuadas a nivel interno, [las cuales pueden ser consultadas en el apartado 3.7 del Capítulo III](#), para no tener que depender de la protección de la CNFL e inclusive dañar la alimentación de diversas viviendas aledañas a la zona.

Los tableros dependientes o subtableros tienen su tierra conectada a la barra principal también, por lo que no son considerados en el cálculo, aparte, de acuerdo con lo indicado en el apartado 4, los tableros a los que se le adicionará una varilla son a los tableros monofásicos, los cuales no forman parte del alcance del cálculo de corrientes de cortocircuito, por lo que solo la barra principal es considerada.

7. Propuesta de diseño para detección de incendios

7.1. Generalidades detección

La cantidad de incendios en Costa Rica, al menos para el 2021 según la Unidad de Ingeniería del Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, fue de 966 para la totalidad del año, dato que para el 2020 fue de 918, únicamente reportados por el despacho de emergencias. Ahora, si bien la mayoría de los incendios sucedieron en habitaciones residenciales, el mayor motivo por el cual hubo incendios en las industrias fue por el calentamiento de cables o los conductores eléctricos, el cual es uno de los objetivos de este trabajo al hacer el diseño eléctrico para proteger a las personas que laboran en las instalaciones, a los equipos e incluso la misma edificación. Recapitulando, los cableados utilizados en algunos de los circuitos eléctricos no son los recomendados por el NEC 2014 (estos pueden ser consultados en el [Apéndice 8.4](#)), por lo que haber diseñado un sistema de detección sabiendo que las probabilidades de incendio son altas por calibres incorrectos es ilógico.

Para la realización de este sistema de detección, se consideró toda la instalación a excepción del parqueo, el cual es al aire libre, utilizando sensores de humo o calor, de temperatura y haz de luces, de acuerdo con la siguiente distribución dividiendo las zonas, según el [Plano de Distribución de Planta](#) y siguiendo las pautas de la NFPA 72, 2016 en su apartado 17.4.4 que indica “los dispositivos iniciadores deben instalarse de manera que faciliten la inspección, prueba y mantenimiento periódicos” (p. 113) y el apartado 17.4.5 que indica: “los dispositivos iniciadores deben instalarse en todas las áreas, compartimientos o locaciones requeridas” (NFPA 72, 2016, p. 113).

Tabla 41. Distribución de sensores

	Zona	Sensor
Producción	Cava	Humo
	Línea de Producción	Beam
	Bodega Materia Prima 1	Humo
	Bodega Materia Prima 2	Humo
	Tanques de Fermentación	Humo
	Bodega Materia Prima 3	Humo
	Pasillo Producción	Humo
	Laboratorio	Humo

Zona	Sensor	Zona
Oficinas N1	Vestidor	Humo
	Closet	Humo
	Baño	Humo
	Servidor	Temperatura
	Bodega 4	Humo
Oficina N2	Sala de Reuniones	Humo
	Baño 1	Humo
	Baño 2	Humo
	Contabilidad	Humo
	Gerencia	Humo
	Logística	Humo
	Pasillo Oficinas	Humo
	Comedor 1	Temperatura
	Cocina 1	
Oficina N3	Cuarto de Monitoreo	Humo
	AMPOS	Humo
	Bodega Administrativa	Humo
Bodegas	Reciclaje	Humo
	Bodega 1	Beam
	Bodega 2	Beam
	Bodega 3.1	Humo
	Bodega 3.2	Humo
	Bodega General	Beam (2)
	Carga y Descarga	Beam
	Lavandería	Humo
Áreas Comunes	Casilleros	Humo
	Pasillo	Humo

	Comedor 2	Temperatura
	Cocina 2	
	Vestidor 2	Humo
	Baño DC	Humo
	Zona	Sensor
	Baño Visitas	Humo
	Herramientas	Humo
Cuartos	Caldera	Humo
	Gimnasio	Humo

Fuente: *Elaboración propia en Excel.*

7.2. Sensores de humo

7.2.1. Cálculos

Para estimar la cantidad inicial de sensores de humo que se instalarán en La Nacional S. A., primero es necesario conocer las alturas según el recinto a considerar y, posteriormente, conocer cuál es el sensor del que se dispone para conocer su rango de acuerdo con las fichas técnicas del fabricante. En este caso, se utilizará un sensor detector de humo fotoeléctrico [SIEMENS OP921](#), cuyo alcance es de 9.14m que al mismo tiempo es la separación máxima del sensor.

Ahora bien, conociendo el alcance lineal de los sensores, se multiplicará dicho alcance por un factor de reducción, el cual es obtenido mediante la [Tabla 17.6.3.5.1](#) de la NFPA 72, la cual indica dicho factor gracias a la altura del cielorraso de cada zona, por lo que, para calcular la efectividad del sensor, se tienen los siguientes datos:

Tabla 42. Efectividad del alcance de los sensores de humo

	Zona	Altura (m)	Factor por Reducción	Alcance del Detector (m)	Efectividad del Sensor (m)
Producción	Cava	5,35	0,71	9,14	6,49
	Línea de Producción*	8,65	-	9,14	-
	Bodega Materia Prima 1	2,70	1	9,14	9,14
	Bodega Materia Prima 2	2,70	1	9,14	9,14
	Tanques de Fermentación	8,65	0,34	9,14	3,11
	Bodega Materia Prima 3	2,30	1	9,14	9,14

	Zona	Altura (m)	Factor por Reducción	Alcance del Detector (m)	Efectividad del Sensor (m)
	Pasillo Producción	2,30	1	9,14	9,14
	Laboratorio	2,30	1	9,14	9,14
Oficinas N1	Vestidor	2,35	1	9,14	9,14
	Closet	2,35	1	9,14	9,14
	Baño	2,35	1	9,14	9,14
	Servidor	2,35	1	9,14	9,14
	Bodega 4	2,35	1	9,14	9,14
Oficina N2	Sala de Reuniones	2,78	1	9,14	9,14
	Baño 1	2,43	1	9,14	9,14
	Baño 2	2,43	1	9,14	9,14
	Contabilidad	2,43	1	9,14	9,14
	Gerencia	5,25	0,71	9,14	6,49
	Logística	2,43	1	9,14	9,14
	Pasillo Oficinas	2,43	1	9,14	9,14
	Comedor 1	2,43	1	9,14	9,14
Oficina N3	Cocina 1	2,43	1	9,14	9,14
	Cuarto de Monitoreo	2,43	1	9,14	9,14
	AMPOS	2,43	1	9,14	9,14
Bodegas	Bodega Administrativa	2,43	1	9,14	9,14
	Reciclaje	2,43	1	9,14	9,14
	Bodega 1*	8,65	-	9,14	-
	Bodega 2*	8,65	-	9,14	-
	Bodega 3.1	8,65	0,34	9,14	3,11
	Bodega 3.2	2,60	1	9,14	9,14
	Bodega General*	8,65	-	9,14	-
Áreas Comunes	Carga y Descarga*	8,65	-	9,14	-
	Lavandería	2,48	1	9,14	9,14
	Casilleros	2,48	1	9,14	9,14
	Pasillo	2,48	1	9,14	9,14
	Comedor 2	2,48	1	9,14	9,14
	Cocina 2	2,48	1	9,14	9,14
	Vestidor 2	2,48	1	9,14	9,14
	Baño DC	2,48	1	9,14	9,14
Cuartos	Baño Visitas	2,48	1	9,14	9,14
	Herramientas	2,80	1	9,14	9,14
	Caldera	2,80	1	9,14	9,14
	Gimnasio	8,65	0,34	9,14	3,11

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Nota 1: * significa que utilizará un sensor beam. / **Nota 2:** ** significa que utilizará un sensor de temperatura.

Con la Tabla 42, se obtuvieron entonces los alcances efectivos de cada sensor en las zonas indicadas, cabe destacar que en La Nacional S. A. los cielorrasos y techos son lisos, algunos tienen

pendiente por lo que se hizo uso del apartado 17.6.3.4.1.2 para pendiente del cielorraso de 30° o más que indica “deben espaciarse aplicando la altura promedio de la pendiente o la altura del vértice” (NFPA 72, 2016, p.115). En este caso, para la Oficina de Gerencia, el Gimnasio y la zona de los Tanques de fermento se aplicó dicho apartado utilizando la altura del vértice en cuestión y, de acuerdo con lo que indica el apartado 17.7.1.8.(3). En el cuarto de servidor se utilizará un sensor de temperatura, ya que la NFPA 72 del 2016 en la página 116 indica “humedad relativa encima del 93 por ciento”, por lo que se tomó esta decisión, ya que el servidor cuenta con un equipo de aire acondicionado, lo que alteraría su funcionamiento, pues la humedad relativa es de 95%. Al mismo tiempo, el apartado 17.7.1.8.(4) indica que no se debe usar un sensor de humo cuando “la velocidad del aire sea superior a 1.5m/s) la cual es superada por el soplido del flujo del aire acondicionado mismo, considerando que, para el resto de la instalación, el techo no tiene vigas salidas que puedan obstruir al sensor, pues es todo liso.

La siguiente figura #63 es una referencia de cómo actúa la efectividad del sensor de humo, siendo el círculo rojo la capacidad máxima del rango del sensor y el cuadrado verde el tamaño del cuarto a proteger, interpretando que la habitación o recinto debe estar en su totalidad dentro del alcance del sensor.

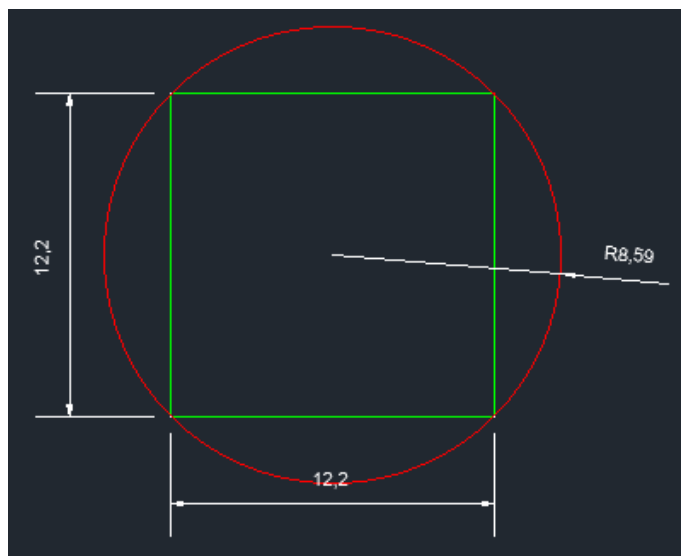


Figura 68: Rango sensores de humo

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD guiado en el sensor [OP921](#)*

7.2.2. Ubicación

El diseño arquitectónico de La Nacional S. A., no es un rectángulo o cuadrado perfecto, ya que una de las paredes que abarca toda la instalación está inclinada con un ángulo de 13°, por lo

que, para la ubicación de los sensores de humo en los recintos que se mencionaron anteriormente, se hará uso del apartado 17.6.3.1.2 de Áreas irregulares que dice: “debe permitirse que el espaciamiento entre los detectores sea mayor al espaciamiento listado, siempre que el espaciamiento máximo desde un detector hasta el punto más lejano de pared lateral o rincón dentro de su zona de protección no sea mayor a $0.7S$ ” (NFPA 72, 2016, p,115), y para una mejor comprensión de las ubicaciones finales de los sensores, se puede consultar el [Apéndice 9.4](#).

7.3.Sensores de calor o temperatura

Para el caso del sensor de la zona del servidor, al tener aire acondicionado no se puede utilizar un sensor de humo convencional, por lo que se utilizará un sensor de calor o temperatura, por otra parte, se utilizará uno de “baja” temperatura (inferior a los 28°C), según la [Tabla 17.6.2.1](#), y de acuerdo con la nota al pie de página que dice “solo para la instalación en áreas con ambientes controlados. Las unidades deben estar marcadas para indicar la máxima temperatura ambiental de instalación” (NFPA 72, 2016, P.115). Por lo tanto, se utilizará un sensor de temperatura y que en el instante en que dicha temperatura de control cambie, active una señal de prevención.

La ubicación de los sensores se realizará a 0,7 veces el espaciamiento calculado o efectividad del sensor en la [Tabla 42 del Apartado 7.2.1](#), en forma diagonal, desde los vértices de forma que si haya perpendicularidad entre las paredes de La Nacional S. A. y a 0.5 veces la efectividad del sensor, es decir, la mitad del alcance, de la Tabla 38, considerando también lo que indica el fabricante en su sensor de calor o temperatura “[SIEMENS HI921](#)”.

7.4.Sensores de haz de luces (óptico / beam)

En las zonas de bodegas que el techo se encuentra un poco más alto (8.65m) y ventilado (excepto en los tanques de fermento que está cerrado), se utilizará un detector de humo de haz lineal con características similares al [SIEMENS PBA-1191](#), el cual tiene un alcance lineal de 280ft, equivalente a 85m aproximadamente, el cual tiene una alta resistencia a la luz externa y su funcionamiento se basa en la interrupción de la recepción de la luz a causa del humo, lo cual altera el espectro del infrarrojo que choca con un receptor de onda, con la diferencia de que, aparte de su gran alcance lineal, también tiene un alcance a lo ancho muy amplio (Siemens, 2023).

Se tomó la decisión de utilizar haz de luces, ya que la altura se aproxima a los 9.1m máximos permitidos por la NFPA, por lo que la cantidad de sensores de humo a instalar serían al menos 16 unidades por recinto, lo que lo volvería costoso y poco factible en los instantes que se le realice mantenimiento a los sensores. Por otro lado, se utilizó el apartado 17.7.3.7.1 que indica:

“los detectores de humo de tipo haz proyectado deben estar ubicados de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante” (NFPA 72, 2016, p.119) y, a su vez, el fabricante SIEMENS indica que el equipo puede ser utilizado en:

- Salas grandes o con techos altos (atrios o **almacenes**)
- Habitaciones con estructuras de **techo complejas** (construcción de vigas)

En este caso, cumple con ambas, ya que las zonas elegidas son para almacenaje de producto terminado o importado con alturas de 8.65m cuyo techo tiene forma triangular, no lisa, respetando lo que indica el apartado 17.7.3.7.3 de la NFPA 72 en su página 119, “la longitud del haz no debe exceder el máximo permitido por el listado del equipo”, cuyo equipo tiene una longitud de 80m (pudiendo ser de 60m o 100m según el modelo exacto elegido), pero cuya longitud máxima en La Nacional S. A. es de 35m lineales.

7.5. Estaciones manuales de iniciación

Para la ubicación y selección de las estaciones manuales de iniciación contra incendios, se hace uso del apartado 17.14 de la NFPA 72 en sus artículos del [17.14.8.1 al 17.14.8.6](#).

En virtud con lo indicado en el apartado 17.14.5, “la parte operativa de un dispositivo iniciador de alarma accionado manualmente no debe ser menor de 42 pulg (1.07m) ni mayor de 48 pulg (1.22m) desde el piso terminado” (NFPA 72, 2016, p.125), por lo que por criterio propio del diseñador se seleccionó una altura de 1.15m SNPT (sobre nivel de piso terminado) y, de acuerdo con NFPA 72, 2016 en su página 125, el apartado indica que las estaciones no pueden estar separadas más de 61m horizontalmente, en este caso, la máxima longitud de separación existente es de 24.62m, por lo que no habría problema y serán instaladas 8 estaciones manuales, las cuales pueden ser consultadas en el [Apéndice 9.4](#).

7.6. Sistemas de notificación audible y visible

La NFPA 72 del 2016, en su capítulo 18, indica todo lo necesario para el diseño e instalación de los aparatos de notificación. En este caso, se ocuparán sistemas audibles para La Nacional S. A. en su totalidad, exceptuando la zona de producción, ya que cuando el compresor principal está en funcionamiento el sonido podría ser obstruido y los colaboradores podrían no percatarse del peligro o la alarma misma, por lo que en dicha zona, de acuerdo con lo que indica el apartado 18.4.1.1*, se utilizarán sistemas de notificación visibles.

7.6.1. Audible

El apartado 18.4.7.2* de la NFPA 72, 2016, en la página 129, indica que los efectos deseados deben ser para 15.24m de alcance de la señal sonora en recorridos sin obstrucción, no obstante, como en las bodegas hay cajas de producto terminado u otros, se hace uso del rubro 18.4.6 que es para umbrales excesivos, en el cual la intensidad de decibelios no supera el máximo permitido de 105dB. Por otro lado, en el apartado 18.4.8.1 se indica que la altura mínima son 2.29m y debe estar a más de 15cm desde el final de la pared con el techo, en este caso las paredes miden 5m, por lo que se decide colocarlo a 3m de altura sobre el nivel de piso terminado en las bodegas y, para las oficinas y el segundo piso de la zona de producción, a 2.30m de altura, ya que la pared mide 2.50m de altura. En todo caso, también se consideró lo especificado por el fabricante en la ficha técnica del equipo [SIEMENS FDS229-R, FDS229-A](#), que indica que el dispositivo puede configurarse tanto en forma visual como audible según la necesidad. En este caso, se configurará en el tipo visible y audible, esta visibilidad consiste en un led de tipo estroboscópico o parpadeante.

7.6.2. Visible

La NFPA 72 del 2016, en su página 131, indica en el apartado 18.5.5.1* que la altura mínima de las señales visuales debe ser mínimo de 2.03m y máximo de 2.44m. En la zona de producción las paredes miden hasta 6m, por lo que no hay problema, se seleccionó por criterio del diseñador entonces una altura de 2.40m para la parte superior, la cual está en el rango establecido (2.03m-2.44m) y una cantidad de 4 señales debido al tamaño del área (25.29m x 8.48), con una intensidad de 60cd, según lo indica la [Tabla 18.5.5.4.1\(a\)](#) de la NFPA 72 2016. Se utilizarán los mismos que en el caso audible, pero solamente en configuración visual.

Tabla 18.5.5.4.1(a) Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes

Tamaño máximo de la sala		Salida lumínica mínima requerida (intensidad efectiva en CD)	
		Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por pared)
En pies	En m		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.1 × 27.1	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No acceptable

Figura 69: Selección de aparatos de notificación visible

Fuente: *Elaboración propia en AutoCAD.*

7.7. Panel de control

El panel de control es aquel que tomará las riendas de todos los equipos sensores y de notificación, integrando el sistema para poder tener mayor facilidad y un sistema más eficiente. Para ello, se usará el panel Siemens Modelo [FC922](#).

Para su selección, primeramente, se consideró la cantidad de módulos que se requirieron para su correcto funcionamiento, por lo que la distribución de módulos de acuerdo con las fichas técnicas adjuntadas en la bibliografía del 23-29, se muestra en la siguiente Tabla 43:

Tabla 43. Cantidad de módulos para panel de control

Equipo	Cantidad de Módulos Por Equipo	Cantidad de Equipos	Total de Módulos
Sensor de Humo	1	44	44
Sensor de Calor	1	3	3
Estación Manual	1	8	8
Sensor Beam	3	7	21
Fuente de Poder	3	3	9
Total			85

Fuente: *Elaboración propia en Excel.*

Sabiendo lo anterior, que se requieren 85 módulos, por lo que se seleccionó entonces el panel FC922, que tiene una capacidad para 252 módulos e incluso hacer conexiones de 2 lazos, ya que modelos menos potentes tienen una capacidad máxima de 50 módulos o conexiones.

7.8. Baterías

Las baterías son necesarias para suministrar energía en caso de un corte del suministro eléctrico, por otro lado, deben diseñarse considerando que puede que los equipos estén en funcionamiento o no, por ende, el cálculo debe ser para el estado de reposo o *stand by* y, al mismo tiempo, para el estado de funcionamiento o de alarma. Para garantizar el suministro, las baterías alimentarán al panel de control, el cual, a su vez, alimentará a los sensores de humo, los sensores de calor o temperatura y las estaciones manuales, para una duración mínima de 30 minutos. Para ello, primeramente, se debe calcular el amperaje total para estimar el tamaño de la batería, entonces, el cálculo sería el siguiente:

Tabla 44. Corriente de reposo

Dispositivos en reserva			
Equipo	Corriente (mA)	Cantidad	Total (mA)
Detector de Humo	0,3	46	13,8
Detector de Calor	0,25	3	0,8
Panel de Control	50,0	1	50,0
Estaciones Manuales	0,5	8	4,0
Total			67,6

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Nota 1: Cada uno de los datos fueron tomados de las fichas técnicas del fabricante adjuntadas en el [Anexo 7](#).

Nota 2: El total de mA es la multiplicación de la corriente individual por la cantidad de dispositivos.

Tabla 45. Corriente de alarma

Dispositivos en alarma			
Equipo	Corriente (mA)	Cantidad	Total (mA)
Detector de Humo	0,41	46	18,86
Detector de Calor	0,41	3	1,2
Panel de Control	450	1	450,0
Estaciones Manuales	0,5	8	4,0
Total			474,16

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Nota 1: Cada uno de los datos fueron tomados de las fichas técnicas del fabricante adjuntadas en el [Anexo 7](#).

Nota 2: El total de mA es la multiplicación de la corriente individual por la cantidad de dispositivos.

Una vez obtenidas las corrientes necesarias, se debe elegir el tiempo que se desea esté en funcionamiento el sistema, por lo que la capacidad de la batería es el equivalente a la carga en reposo en el tiempo asignado más la carga en caso de uso, según lo modelan las ecuaciones de la 19 a la 21.

$$Reserva = t \cdot I_{stand\ by} \quad (19)$$

$$Reserva = 6h \cdot 67.6mA = 405.6\ mAh = 0.4056Ah$$

$$Alarma = t \cdot I_{Alarma} \quad (20)$$

$$Alarma = 45\ min \times \frac{1h}{60min} \cdot 474.16mA = 355.62\ mAh = 0.3556\ Ah$$

$$Batería = Reserva + Alarma \quad (21)$$

$$Batería = 0.4056Ah + 0.3556Ah = 0.7612Ah$$

Las baterías podrían inclusive ser de 4Ah (capacidad mínima en el mercado), pero, por disposición del [panel de control](#), las baterías serán de 12Ah y de 12Vcc, siendo 8 baterías en total.

7.9. Fuentes de poder

Los detectores de humo de haz de luz proyectado y los dispositivos NAC (Circuitos de Notificación-Notification Appliance Circuits) serán direccionables, lo que significa que son “inteligentes” en el sentido de detección. Por poner un ejemplo, cuando no son direccionables y hubiera una señal en la zona de producción, el panel de control recibirá una señal alertando que en la zona de producción hay riesgo de incendio, pero no indica exactamente en qué punto porque no se sabe cuál sensor puntualmente lo detectó, no obstante, cuando sí son direccionables, el panel de control recibe la señal de activación e indica exactamente cual sensor fue para atacar más rápido el eventual riesgo de incendio.

Gracias a este tipo de funcionamiento, los detectores de humo de haz de luz proyectado y los dispositivos NAC (en este caso sirenas y notificación visual) serán alimentados de forma independiente a las baterías por medio de fuentes de poder. Para este caso, por cuestiones de compatibilidad de acuerdo con las fichas técnicas del fabricante, se utilizarán 3 Siemens PAD 4, las cuales estarán directamente conectadas al Panel de Control y, por recomendación de fabricante, ocupan baterías de mínimo 7Ah.

Tabla 46. Tabla resumen con distribución de las PAD 4

PAD 4	Dispositivos alimentados	Cantidad
1	Sirenas Audibles y Visibles	11
2	Sensor de Humo “Beam”	4
3	Sensor de Humo “Beam”	3

Fuente: *Elaboración Propia en Excel.*

8. Propuesta de diseño para supresión de incendios

8.1. Requisitos, selección y capacidad de los extintores

En el [Capítulo 2 en el Apartado 1.10.2](#) se explicó cómo Bomberos de Costa Rica y la NFPA 10 clasifican los fuegos, siendo entonces los tipos: A, B, C, D y K, por lo que, para efectos de La Nacional S. A., al poseer zonas con inventarios que utilizan tarimas de madera y exceso de cajas de cartón y plásticos para forrar y proteger las mercaderías, debe seleccionarse extintores de tipo A. Al mismo tiempo, se trabaja con montacargas y otros equipos que usan aceites y combustibles, por lo que también se deben seleccionar extintores del tipo B. Para efectos de la zona de producción, al existir varias máquinas y herramientas en los momentos que se produce, e incluso en la misma producción, deben elegirse extintores del tipo C que son para fuegos que involucran

equipos eléctricos energizados y extintores tipo K para las cocinas de La Nacional S. A. Para consultar la selección hecha, puede verse el apartado 5.2 de la NFPA 10 (2018).

Los extintores no solo deben cumplir con la letra para la cual son asignados, sino que deben de tener la capacidad adecuada para atender la emergencia detectada, ya sea por el sistema de detección o por detección de una persona que le permita responder rápido. La NFPA en el apartado 5.4.2.1 dice que “la protección requerida para un edificio debe ser provista por extintores para fuegos clase A” (p. 16) y los extintores deben tener una capacidad mínima de 10lb o 4.54kg con una tasa de descarga de 1lb/s (NFPA 10, 2018, p.16). En el caso de La Nacional S. A., se utilizó extintores especiales de los tipos A-B-C de 20lb (9.1kg).

8.2. Instalación y ubicación de los extintores

8.2.1. Instalación

La NFPA 10, 2018, en la página 18, indica en el apartado 6.1.3.1 que “los extintores deben estar ubicados en lugares claramente visibles, donde sean fácilmente accesibles y estén inmediatamente disponibles ante un fuego”. Por lo tanto, los extintores deben literalmente ser visibles casi desde cualquier punto de la instalación, mantenerse en un lugar fijo cuando no se esté utilizando debidamente cargado y, en caso de obstrucción visual, se debe indicar la ubicación del más cercano mediante rótulos o señales. Por otro lado, “los extintores de un peso bruto que no exceda de 40lb (18.14kg) deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 5 pies (1.53m) por encima del piso” (NFPA, 2018, p.19), por lo que la altura máxima será ubicada a 1.45m (medida de la parte superior del extintor) sobre el nivel del piso terminado (SNPT), ya que la norma en el apartado 6.1.3.8.3 indica que “en ningún caso debe el espacio libre entre la parte inferior del extintor portátil manual y el piso ser menor de 4pulg (102mm)”. En todo caso, la instalación de los extintores debe estar señalada para que todas las personas puedan tener acceso a él y utilizarlo en una eventual emergencia y no deben estar expuestos a una temperatura alta que pudiera dañarlo.

8.2.2. Ubicación

Los extintores especiales, como se mencionó anteriormente, son del tipo A-B-C de 20lb (9.1kg; 3.3kg de masa y 6.5kg), por lo que la ubicación se hará conforme al tipo B, que son para líquidos inflamables y la velocidad de propagación del fuego podría ser más rápida. Para ello, se hará uso de la [Tabla 6.3.1.1](#) de la NFPA 10, 2018, en la que se indica que “para extintores de 20-B,

clasificados como ordinarios, la distancia máxima de recorrido hasta el extintor debe ser de 15.25m”, por lo que la ubicación en la instalación y en el diseño del plano se hizo de dicha forma. mientras que para los extintores del tipo K serán ubicados literalmente en cada recinto de cocina-comedor.

8.3. Resumen de extintores

Para resumir la selección y ubicación de extintores, se muestra la Tabla 47 y adicional se adjuntaron los planos en el [Apéndice 9.4](#) para su validación.

Tabla 47. Tabla resumen con los extintores distribuidos por zona y por tipo

Zona	Tipo	Cantidad
Cava	ABC	1
Línea de Producción	ABC	3
Bodega General	ABC	3
Bodega 2	ABC	1
Bodega 1	ABC	1
Carga y Descarga	ABC	1
Gimnasio	ABC	1
Oficinas	ABC	5
Cocina Oficinas	K	1
Cocina Producción	K	1
Total		18

Fuente: *Elaboración propia en Excel.*

9. Análisis beneficio costo (B/C)

9.1. Presupuesto de la inversión

Una vez realizados los planos del rediseño, se sabe de qué exactamente se requiere para la remodelación eléctrica y todo lo necesario para la instalación del sistema de detección y supresión de incendios.

En el caso del rediseño eléctrico, al elaborar los tableros propuestos (adjuntos en el [Apéndice 9](#)) y los tableros actuales de la instalación, se pudo determinar con facilidad los cambios en los calibres de los cables, los disyuntores que protegen los circuitos y la cantidad de cable que se requiere para realizar el cambio, por lo que, haciendo un contraste de lo que se tiene actualmente y lo que se necesita, se levantó una lista de material que puede ser consultada en el [Anexo 7.1](#) considerando que, en su mayoría, los disyuntores fueron reaprovechados, ya que al agrupar los circuitos de manera eficiente, comenzaron a quedar disponibles la mayoría, lo que permitió que fueran considerados para ser utilizados en otro tablero o circuito ramal.

En el caso del sistema de detección de incendios, conforme se fue diseñando el sistema de acuerdo con la NFPA 72, 2016, se fue adicionando la lista de material requerido a partir del panel de control, tanto para los sensores de humo, de calor, las estaciones manuales, el cable de incendio, los sistemas de notificación, las fuentes de poder y las baterías, entre otros, así como también, todo lo que conlleva a la instalación en tubería y la soportería correspondiente para su anclaje en pared y techo, dicha lista puede ser consultada en el [Anexo 7.2](#).

Para finalizar, en el caso del sistema de supresión de incendios utilizando extintores manuales portátiles, diseñados mediante la norma NFPA 10, se hizo un levantamiento de los materiales requeridos para su fácil instalación, acceso y conocimiento de uso, disponiendo de extintores tipo A, B, C especiales con polvo químico de 20lb y de extintores de tipo K para las cocinas, dicha lista puede ser consultada en el [Anexo 7.3](#).

9.2. Cotizaciones

Posterior al levantamiento de la cantidad de material requerido para implementar los diseños en La Nacional S. A., se comenzó con la solicitud de cotizaciones. Para ello, se le solicitó cotizaciones a varias empresas, como lo fueron: El Lagar, EPA, Depósito Irazú, Johnson Controls, Schneider Electric, ITESA S.A, Salvavidas S.A, pero de ellos solamente Depósito Irazú e ITESA

S.A contestaron y ayudaron con las cotizaciones solicitadas, las cuales son adjuntadas en el [Anexo 8](#).

9.3.Costo total aproximado

De acuerdo con la [Cotización de ITESA S.A](#), se puede observar el costo total por materiales, instalación y mano de obra, por un valor de \$61 983.12 (C\$32 939 329.96) para el proyecto planteado a La Nacional S. A.

9.4.Beneficios no monetarios (no ingreso de dinero)

9.4.1. Inventario de seguridad

La Nacional S.A tiene un inventario de seguridad promedio en mercadería de al menos C\$700 millones, por lo que un incendio que consuma dicha mercadería ya superaría los costos por instalación y funcionamiento de los diseños propuestos, no obstante, no toda la mercadería está en el mismo sitio, por lo que consideremos que solo una de las bodegas se ve afectada. La Nacional S. A. tiene 4 bodegas y en las 4 tiene productos, suponiendo un escenario conservador en que solo una de ellas es afectada (están independizadas), que el monto promedio que maneja cada una es de C\$175 millones aproximadamente y, asumiendo que el 35% de esta es afectada, se tendría una potencial pérdida de C\$61.25 millones (esto sin considerar el tipo de producto, y que todos los productos tienen la misma demanda y rotación), por lo que es un monto alto que se debe proteger, ya que si el producto tuviera mucha demanda, la pérdida que se asumiría sería técnicamente del 100% del producto, ya que sería imposible producir los lotes de producto solicitado.

9.4.2. Línea de producción

La línea de producción es prácticamente el activo más caro y atractivo que tiene La Nacional S. A., superando fácilmente los C\$25 millones (según la última valuación de activos por parte del INDER). La línea de producción cuenta con 9 estaciones o procesos, los cuales son: Impulsadora, Enjuagadora, Secadora, Etiquetadora, Impresora, Envasadora, Taponera, Túnel de calor para precintas y Mesa Giratoria, entre las cuales la mesa giratoria es la más económica y la envasadora la más cara, no obstante, supongamos que una afectación a la línea de producción se traduce en dos pérdidas:

- Pérdida monetaria del activo por cortocircuito o incendio.
- Disminución o pérdida de la producción según la parte del proceso que se vea afectada.

Por lo tanto, cuantificando un poco, con un activo dañado, su monto de reparación o de sustitución puede alcanzar (de modo económico) los 3 millones de colones, pero, por otro lado, una envasada de producción permite a La Nacional S. A. fabricar 432 cajas de vino, cada caja tiene 12 unidades de vino que pueden ser vendidas en ₡3500 (valor promedio, ya que varían según el canal de distribución), por lo que esas 432 cajas tienen un valor promedio de ₡15 552 000. De esta manera, si el proceso afectado fuera la envasadora, el proceso productivo tendría una afectación muy sensible, ya que esta es la parte que optimiza de mejor manera el proceso permitiendo una mayor rapidez, por lo que, suponiendo que falla, los costos por pérdidas podrían ascender a aproximadamente ₡10 108 800, considerando que el personal responde de manera oportuna y solo se pierde un 65% del valor de la producción por ventas no concretadas u otros.

De acuerdo con una cotización reciente de CoopeAnde (en una entrevista que la gerencia tuvo para la solicitud de una inversión), La Nacional S. A. está valorada en más de \$3000000 y, a pesar de ello, no cuenta con alguna póliza contra incendios, por lo que cualquier cortocircuito o incendio que atente contra su personal o sus instalaciones serían una afectación económica sensible de la cual no estimaremos un precio pero que es importante destacar.

A continuación, se señalan otros beneficios intangibles (llamados así porque no representan el ingreso de dinero) no cuantificados en el alcance del proyecto que determinan la importancia de la implementación de este proyecto de rediseño eléctrico y sistema de detección y supresión de incendios:

- Integridad del personal.
- Instalaciones Viejas pero productivas.
- Motores, bombas y compresores por proteger.
- Los vehículos de distribución (carros agentes y camiones).
- Activos tecnológicos por proteger (servidor de datos con toda la información de la empresa) y el equipo de cómputo y oficina.

9.4.3. Costos por reparación

Los costos por reparación son aquellos montos que consisten en el mantenimiento correctivo en caso de presentarse alguna falla en todos los equipos de la línea de producción. Estos equipos consisten en bombas, compresores y bombas principalmente, por lo que, en un escenario optimista, solo uno de cada tipo presenta una falla; en un escenario normal, 3 equipos de cada uno fallan y, en uno conservador, todos fallan, la información entonces para los costos se presenta en la siguiente tabla 51: siendo que se multiplica el precio de cada falla por su indicador de escenario.

Tabla 51. Costos por reparación para distintos equipos a una falla

Equipo	Cantidad	Falla	Precio	Escenario 1 Falla		
				Conservador	Normal	Optimista
				1,25	1	0,75
Motor	8	Roles Dañados	₡ 9 600,00	₡ 12 000,00	₡ 9 600,00	₡ 7 200,00
		Mano de Obra	₡ 7 500,00	₡ 9 375,00	₡ 7 500,00	₡ 5 625,00
Compresor	3	Válvulas Check	₡ 28 500,00	₡ 35 625,00	₡ 28 500,00	₡ 21 375,00
		Cambio de Aceite	₡ 6 500,00	₡ 8 125,00	₡ 6 500,00	₡ 4 875,00
		Reemplazo de Faja	₡ 7 500,00	₡ 9 375,00	₡ 7 500,00	₡ 5 625,00
		Mano de Obra	₡ 35 000,00	₡ 43 750,00	₡ 35 000,00	₡ 26 250,00
Bomba	8	Sellos Mecánicos	₡ 124 000,00	₡ 155 000,00	₡ 124 000,00	₡ 93 000,00
		Mano de Obra	₡ 70 000,00	₡ 87 500,00	₡ 70 000,00	₡ 52 500,00

Fuente: Elaboración propia en Excel con datos de encuesta a William Umaña, técnico electromecánico (87066533)

Una vez calculados los costos por reparación para una única falla, se procede a proyectar los escenarios: optimista (1 falla por equipo), normal (3 fallas por equipo) y el conservador (la totalidad de los equipos fallan) y, para ello, se procedió a multiplicar el escenario a una falla (datos de la tabla 51), por la cantidad de equipos anteriormente descrita para posteriormente ser sumadas teniendo entonces en la tabla 52 los datos:

Tabla 52. Costos de reparación en múltiples escenarios

Costo Total 1 Falla			Costo Total 3 Fallas			Costo Total Todos Fallan		
Conservador	Normal	Optimista	Conservador	Normal	Optimista	Conservador	Normal	Optimista
₡ 21 375,00	₡ 17 100,00	₡ 12 825,00	₡ 64 125,00	₡ 51 300,00	₡ 38 475,00	₡ 171 000,00	₡ 136 800,00	₡ 102 600,00
₡ 96 875,00	₡ 77 500,00	₡ 58 125,00	₡ 290 625,00	₡ 232 500,00	₡ 174 375,00	₡ 290 625,00	₡ 232 500,00	₡ 174 375,00
₡ 242 500,00	₡ 194 000,00	₡ 145 500,00	₡ 727 500,00	₡ 582 000,00	₡ 436 500,00	₡ 1 940 000,00	₡ 1 552 000,00	₡ 1 164 000,00
₡ 360 750,00	₡ 288 600,00	₡ 216 450,00	₡ 1 082 250,00	₡ 865 800,00	₡ 649 350,00	₡ 2 401 625,00	₡ 1 921 300,00	₡ 1 440 975,00

Fuente: Elaboración propia en Excel.

9.5. Cálculo del B/C

Para el cálculo del Beneficio Costo en sus escenarios, se procede a adjuntar la Tabla 53 que muestra los cálculos necesarios para obtener los resultados, en ella se adjuntan los valores obtenidos por inventario de seguridad en la sección 9.4.1, el valor en la línea de producción en la sección 9.4.2, la producción perdida en la sección 9.4.2 y los costos por reparación de la sección 9.4.3 y el costo total obtenido en la Cotización de ITESA S. A.:

Tabla 53. Cálculo del B/C en distintos escenarios

Beneficios / Monto Total		Costo Total	Porcentaje Considerado del Total	Monto Considerado	Estado / Porcentajes		
					Conservador	Normal	Optimista
					1,25	1	0,75
Inventario de Seguridad	€175 000 000	€32 939 330	35%	€61 250 000	€76 562 500	€61 250 000	€45 937 500
Valor Línea de Producción	€25 000 000		30%	€7 500 000	€9 375 000	€7 500 000	€5 625 000
Producción	€15 552 000		65%	€10 108 800	€12 636 000	€10 108 800	€7 581 600
Costos por Reparación	Cálculos en Sección 9.4.3				€2 401 625	€1 082 250	€360 750
Beneficio / Costo (B/C)					3,07	2,43	1,81

Fuente: *Elaboración propia en Excel.*

Para los montos calculados, la metodología explicada en todo el rubro 9.4 y los índices de 1.25 para el escenario conservador, 1 para el normal y 0.75 para el optimista (recordar que los valores están invertidos, ya que entre menos sean los montos, mejor es para la empresa pues la afectación es menor), se suman los valores para obtener una suma por escenario y al dividirlos entre el costo total se obtienen los valores B/C.

9.6. Análisis del beneficio/costo (B/C)

Sabiendo que los Valores BC son 3.07, 2.43 y 1.81 para los escenarios conservador, normal y optimista, respectivamente, es algo muy favorable, ya que este valor adimensional refleja una razón o proporción sobre cuántas veces los beneficios o riesgos por daños superan a los costos, por lo que inclusive en el escenario optimista (menos pérdidas y daños) el valor es superior a 1, lo que demuestra la viabilidad de llevar a cabo el proyecto (a pesar de que hubo variables que no se consideraron en el cálculo).

9.7. Período de recuperación de la inversión (PRI)

Para calcular óptimamente el período de recuperación de la inversión, se requiere conocer el flujo mensual o anual de una empresa, para este caso, para calcular el período de recuperación de la inversión se hará uso directamente de la fórmula que lo modela:

$$PRI = \left| \frac{\text{Inversión Inicial} - \text{Flujo Acumulado}}{\text{Flujo Neto del Período}} \right| \quad (22)$$

Para poder obtener este flujo, se requiere de los estados financieros de la organización, los cuales son confidenciales, no obstante, el departamento de contabilidad brindó el reporte de ventas y el punto de equilibrio de la organización (@ 105 millones aproximadamente mensual), por lo que, considerando las ventas anuales del 2022, proyectando un 2% de crecimiento para este 2023 (monto real proyectado por el gerente de finanzas al 31 de octubre del 2023), y asumiendo esa proyección a los años siguientes, se procedió a realizar el cálculo del flujo anual:

Tabla 54. Reporte de ventas 2022 La Nacional S. A.

Documento	MONTOS DECLARABLES			Ventas+Impuesto
	VENTA AUTORIZADA	VENTA GRAVADA	IMP VENTAS	
DEVOLUCIONES	(107 030 161,53)	-20 020 839,15	-2 602 709,09	(129 653 709,77)
FACTURAS	1 389 566 352,14	435 207 799,54	56 577 013,94	1 881 351 165,62
Total general	1 282 536 190,62	415 186 960,38	53 974 304,85	1 751 697 455,85

Fuente: Departamento Contable, La Nacional S.A.

Con los datos de la Tabla 54 se procedió entonces a construir un flujo de entradas de efectivo operativas (FNE) en el cual no se consideró el monto por depreciación de activos ni tampoco la venta de bienes, solamente los ingresos proyectados por año y sus gastos según el punto de equilibrio, teniendo como resultado la Tabla 55.

Tabla 54. Flujo de entradas de efectivo operativo

Flujo de entradas de efectivo operativos (FNE)				
	Año	2024	2025	2026
+	Ingresos	¢1 822 466 033,07	¢1 858 915 353,73	¢1 896 093 660,80
-	Gastos	¢1 285 200 000,00	¢1 310 904 000,00	¢1 337 122 080,00
=	Ganancias Antes de Intereses e Impuestos	¢537 266 033,07	¢548 011 353,73	¢558 971 580,80
-	Impuestos (30%)	¢161 179 809,92	¢164 403 406,12	¢167 691 474,24
=	Utilidad Neta Después de Impuestos	¢376 086 223,15	¢383 607 947,61	¢391 280 106,56

Fuente: Elaboración propia en Excel

Básicamente, al término del primer año, las utilidades del período superan con creces la inversión inicial brindada por ITESA S. A., por lo que, procediendo al cálculo de la fórmula 22, se tiene que la inversión inicial es ¢32 939 330, el flujo acumulado es ¢0, ya que se recupera en el primer año, y el flujo del período es ¢376 086 223, proveniente del flujo del año 2024 en la Tabla #54, teniendo entonces:

$$PRI = \left| \frac{¢32\,939\,330 - ¢0}{¢376\,086\,223} \right|$$

$$PRI = 0.0876 \text{ años} = 1.05 \text{ meses}$$

De acuerdo con el resultado anterior, si La Nacional S. A. dispusiera de toda la utilidad de un período para invertir en el proyecto, este tardaría 1.05 meses en retornar dicha inversión y comenzar a disfrutar de los beneficios de mitigar los riesgos y su impacto como tal.

Capítulo IV

Conclusiones

- Se hizo un levantamiento de circuitos y diseñó los planos actuales de distribución de planta y eléctrico para La Nacional S. A.
- Se rediseñaron los planos eléctricos correspondientes a la distribución de iluminación, tomacorrientes y salidas especiales de acuerdo con el NEC 2014.
- Se propuso una alternativa para finalizar la conexión a tierra entre los centros de cargas.
- Se hizo un levantamiento de circuitos y se confeccionaron los tableros con las distribuciones actuales de La Nacional S .A.
- Se confeccionaron los tableros eléctricos y sus circuitos de acuerdo con el rediseño eléctrico.
- Se realizó el diagrama unifilar de la empresa tanto para las condiciones actuales como para el diseño eléctrico propuesto.
- Se logró reducir la cantidad inicial de 10 tableros a 6 tableros, mediante la agrupación de circuitos.
- La corriente de cortocircuito para la barra principal, según el diseño propuesto, es de 3227.39A.
- La corriente de cortocircuito por parte de la CNFL es de 3319.69A, que el resultado del diseño hecho sea menor (3227.39A) significa que La Nacional S. A. es completamente responsable de proveer la seguridad eléctrica, entre otros.
- Se diseñó un sistema de detección de incendios de acuerdo a la NFPA 72 del 2016.
- La implementación de un sistema de detección contra incendios es primordial.
- Los sistemas de supresión de incendios por extintores manuales portátiles son una solución viable, económica y funcional de acuerdo con los riesgos establecidos en la NFPA 10, 2018 y la forma de operar de los colaboradores.
- La selección de sensores de humo por haz de luces son la alternativa más económica de acuerdo con las condiciones de infraestructura y utilización de mano de obra para La Nacional S. A.
- Las instalaciones de La Nacional S. A. no son modernas, lo que supone un alto riesgo de ser consumida por un incendio, especialmente si se origina en la cava, que es una estructura que cuenta con madera, o en la zona de producción, con las barricas que almacenan el vino.
- La Nacional S. A. está ubicada en zona residencial cerca de vecinos, por lo que una afectación directa a las estructuras podría afectar a terceras personas.

- Un análisis del costo beneficio con escenario optimista en fallas generó un valor de 1.81, lo que justifica la viabilidad de la implementación.
- Un análisis del costo beneficio con escenario normal en fallas generó un valor de 2.43, lo que justifica la viabilidad de la implementación supera por el doble a los costos de instalación.
- Un análisis del costo beneficio con escenario conservador en fallas generó un valor de 3.07, lo que justifica la viabilidad de la implementación supera por el triple a los costos de instalación.
- El período de recuperación si la empresa utilizara todo su flujo neto libre, para el escenario conservador en fallas, es de 1.05 meses o 0.08 años.

Recomendaciones

- Se recomienda implementar el proyecto a la mayor brevedad para mitigar posibles daños por accidentes.
- Se recomienda llevar un seguimiento de modificaciones eléctricas para tener los planos y tableros actualizados.
- Se recomienda realizar un estudio para conocer la necesidad de un transformador a nivel interno.
- Se recomienda realizar estudios de la calidad de la energía y corrección del factor de potencia.
- Se recomienda realizar revisiones constantes sobre el balance de la potencia en las líneas de la acometida.
- Se recomienda la instalación del sistema de detección contra incendios una vez se haya corregido las anomalías detectadas en este informe respecto al diseño eléctrico, ya que no sería algo lógico hacerlo sabiendo que bomberos indica que la principal causa es por el calentamiento de cables, en este caso, uso de calibres incorrectos en algunas zonas.
- Se recomienda tener los extintores existentes y capacitar al personal para su uso en caso de emergencia.
- Se recomienda capacitar al personal sobre el uso de extintores manuales.

Referencias

- Acevedo, M. y Novoa, D. (2019). *EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO EN EL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO*. Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5092/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20NIVELES%20DE%20CORTOCIRCUITO%20EN%20EL%20SISTEMA%20DE%20SUBTRANSMISI%C3%93N%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DEL%20ATL%C3%81NTICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguas, R. y Buelvas, A. (2011). *METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO*. <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/342/0062324.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Albert, A. y Hallowell, M. (2013). *Safety risk management for electrical transmission and distribution line construction*, Estados Unidos. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.ssci.2012.06.011>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). <https://aresep.go.cr/aresep>
- Azeredo, L.; Yahyaouib, I.; Fiorottic, R.; Fardín, J.; García, H. y Rocha, H. (2023). *Study of reducing losses, short-circuit currents and harmonics by allocation of distributed generation, capacitor banks and fault current limiters in distribution grids*. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.apenergy.2023.121760>
- Babrauskas, V. (2017). *Explosiones de arco eléctrico: una revisión*. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.firesaf.2017.02.006>
- Bomberos de Costa Rica, Unidad de Ingeniería (2023). *Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios*.
- Bu, F. y Gharajehb, S. (2019). *Intelligent and vision-based fire detection systems: A survey*, China. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.imavis.2019.08.007>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2016). *Construcción Sostenible*. Recuperado de: <https://revista.cfia.or.cr/wp-content/uploads/2018/03/264-1.pdf>
- De la Torre F. (2019). *Transformadores*. <https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/16745/21503-19%20ACCIONAMIENTOS%20ELECTROMECC%3%81NICOS%20Transformadores.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Heredia, M. y Intriago, R. (2015). “ANÁLISIS DE SISTEMAS TRIFÁSICOS DE TRANSFORMADORES CONEXIÓN D-Y”. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10450/1/UPS-GT001540.pdf>
- MIDEPLAN (2019). *Plan Nacional de Desarrollo e Inversiones Públicas 2019-2022*. <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/Plan-Nacional-de-Desarrollo-e-Inversiones-P%3%BAblicas-2019-2022.pdf>
- MINAE (2015). *Plan Nacional de Energía 2015-2030*. <https://minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio (2021). *Estado de Situación PYME en Costa Rica 2021*. <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/estudios/2021/pyme/DIGEPYME-INF-038-2021.pdf>
- Miranda, H. y Bolaños, L. (2020). *DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y EVACUACIÓN, PARA EL EDIFICIO DE LA COMISIÓN DE RÉGIMEN ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA*. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/16535/1/45585.pdf>

- NFPA 10 (2018). *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios*.
- NFPA 70 (2014). *Código Nacional Eléctrico (NEC)*.
- NFPA 70 (2020). *National Electrical Code (NEC)*.
- NFPA 70E (2018). *Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo*.
- NFPA 72 (2016). *Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*.
- Núñez A. (2020), *Instalaciones eléctricas seguras y prevención del riesgo eléctrico en base a la normatividad vigente en instalaciones interiores en la provincia de Cusco Periodo – 2020*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8791/4/IV_FIN_109_TI_Nunez_Palomino_2020.pdf
- Serrano, M. (2019). *Determinación de la impedancia característica de líneas de transmisión en PCB considerando el efecto de las pérdidas debidas al conductor*. <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/1830/1/SerranoSMT.pdf>
- Siemens (2023). *Dispositivos de iniciación Estaciones manuales de la serie XMS*. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/569/109791569/att_1048314/v1/A6V11990031.pdf
- Siemens (2023). *Sirena de alarma con indicador óptico adicional FDS229-R, FDS229-A*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10254948>
- Siemens (2023). *Detector de humo fotoeléctrico [con ISOtechnology™] Modelo OP921*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10403469>
- Siemens (2023). *Detector térmico (de calor) Modelo HI921*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10403467>
- Siemens (2023). *Distributed Power Module NAC Expander Model PAD-4*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10406110>
- Siemens (2023). *Linear Beam Smoke Detector PBA-1191*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10238828>
- Siemens (2023). *Panel de control de alarmas de incendios direccionable de 252 y 504 puntos Modelos FC922 I FC924*. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10402069>
- Torres, H. y Estrada, R. (2018). *La Ley de Ohm*. <https://hetpro-store.com/PDFs/La-Ley-de-Ohm.pdf?x18372#:~:text=La%20E%80%8Bley%20de%20ohm,va%20funcionar%20ante%20de%20conectar>.
- Unidad de Ingeniería de Bomberos (2021). *Incendios Estructurales atendidos al 31 de diciembre del 2021*. https://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2022/05/Estadisticas-de-Incendios_diciembre_2021_Absoluto.pdf
- Velarde, G. (2022). *Estudio de las perturbaciones armónicas en la calidad de energía eléctrica en la Universidad de Piura – campus Lima*. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5608/IME_2208.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yuan, S.; Yang, B.; y Zhang, J. (2022). *Experimental study on short-circuit current characteristics of a photovoltaic system with low voltage ride through capability under a symmetrical fault*. China. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.egy.2022.03.089>

REFERENCIAS ADICIONALES EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

- <https://es.weatherspark.com/y/15503/Clima-promedio-en-San-Vicente-de-Moravia-Costa-Rica-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Apéndices

1. Lista de Equipos

Tabla 3. Lista de Equipos Totales en La Nacional S.A

Área	Subárea	Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Potencia Unitaria (hp)	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Fases	RPM	FP	FS	Uso	Descripción
Zona de Producción	General	Compresor Principal			1	15	11190	11190	230/460	41/20,5	3	1770/1480	0,74/0,71	1,15	NC	Alimenta las Bombas Neumáticas de la Zona de Producción
	Tanques de Fermento	Bomba	AO Smith	HP 1.5 SPL	2	1,50	1119,0	2238	115	12	1	3450			NC	Extraer Fermento para Adicionar al Vino
	Línea de Producción	Motor 1	Marathon	DVF 56T17T5305E	1	0,33	248,7	248,7	208/240	1.4-1.7	3	1725	0,619	-	NC	Impulsar banda transportadora de botellas
		Motor 2	Reliance Electric	-	1	1,00	746,0	746	208-230 / 460-480	3.8-3.4 / 1.7-1.6	3	1725	-	1,15	NC	Impulsar banda transportadora, lavado de botellas
		Gasificadora	-	-	1	0,33	248,7	248,7	240/480	1.4/0.7	3	1700	0,7	-	NC	Gasificadora de Bebidas
		Bomba	LEO	AJm90S	1	1,20	895,2	895,2	110/220	2,33	3	3400	-	-	NC	Bomba para el tanque de retorno de vino
		Panel de Control Línea	Metaltex	Na-75-24	1			0	120/240	1.6/0.5	3	-	-	-	NC	Panel de control de la Línea de Producción
		Motor 3 y 4 y 5	Motovario	B63A4/CR	3	0,25	186,5	559,5	220	1,1	3	1695	0,71	1,15	NC	Motores Impulsadoras bandas de envasado
		Motor 6 y 7	GTR	HLMN-18R	2	0,90	671,4	1342,8	200	0,51	1	34	-	-	NC	Motores Bandas Túnel y Mesa Giratoria
		Calentador	Topaz	ACD48	1	10	7460	7460	240	60	1	-	-	-	NC	Calentador para Túnel
		Motor Refrigeración 1	Weg		1	5	3730	3730	230/460	12,9/6,47	3	1750	0,82	1,25	NC	Motor de Enfriamiento del Vino

Área	Subárea	Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Potencia Unitaria (hp)	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Fases	RPM	FP	FS	Uso	Descripción
		Compresor Refrigeración 1 y 2	Bitzer	Kuhlmaschinenbau	2	6	4476	8952	460	16,2	3	3500	-	-	NC	Compresor de Enfriamiento del Vino
		Ventilador Refrigeración 1 y 2	Yonchi	YWF4F-450S	2	0,54	400	800	220	1,8	1	1500	-	-	NC	Radiador de Enfriamiento del Vino
		Motor Refrigeración 2	Weg	HD05793	1	5	3730	3730	208/460	14,7/6,70	3	1715	0,81	1,15	NC	Motor de Enfriamiento del Vino
		Sistema de Frío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NC	Sistema de Frío para Sidras, Fuera de Servicio
		Termostatos	FullGauge	MT-5I2E 2HP	2	2	1492,0	2984	115/230	16/12A	1	-	-	-	NC	Controlador de temperatura tanques de enfriamiento
		Moledora	Weg	-	1	3	2238	2238	110/220	32/16	1	3470	-	1,00	NC	Moledora para fruta
		Bomba	AO Smith	C48A95A06	1	1	746,0	746	115/230	16.2/8.1	1	3450	-	1,40	NC	Bomba extracción de Agua
	Laboratorio	Balanza	Ocony	F905	1	0,05	40	40	-	-	-1,00	-	-	-	NC	Balanza para Pruebas de Medición
		Secadora	Johnson	PG-103VL	1	1,93	1440	1440	120	0,2	1	-	-	-	NC	Secadora de Equipo de Medición
Zona de Trabajo Administrativo	Oficinas	Computadoras de Escritorio	Dell	Optiplex 7040	15	0,09	65,0	975	120	3	1				NC	Equipos de Oficina
		Portátiles	Hp	Probook	2	0,06	45,0	90	120	2	1				NC	Equipos de Oficina
		UPS	APC	ES 750	9	1,05	780,0	7020	120	13	1				NC	Resguardo en caso de faltante eléctrico
		Pantallas	Panasonic	TC-L32X1X	2	0,16	120,0	240	120	1	1				NC	Para monitoreo de seguridad
		Impresoras	Epson	L3250	7	0,06	48,0	336	120	0,4	1				NC	Para procesos administrativos
		Sumadoras	Casio	DR-120TM	3	0,04	28,8	86,4	120	0,24	1				NC	Para procesos administrativos
		Facturadoras / Punto de Venta	Epson	TMU 220A	4	0,06	43,0	172	120	0,15	1				NC	Para ventas

Área	Subárea	Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Potencia Unitaria (hp)	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Fases	RPM	FP	FS	Uso	Descripción
		Router	Huawei		3	0,03	24,0	72	120	0,2	1				NC	Para la distribución de la señal de internet
		Ventiladores	Lasko	T48301	6	0,07	54	324	120	0,45	1				NC	-
	Cocina y Comedor Principal	Cocina	Atlas	EAE5020	1	2,01	1500	1500	120	12,50	1				NC	Alimentación
		Coffemaker	Black+Decker	CM0755S	2	0,87	650	1300	120	10,83	1				NC	
		Refrigeradora Grande	Mabe	D19GJXMC74	1	0,31	233	233	120	1,94	1				NC	
		Refrigeradora Pequeña	General Electric		1	1,07	800	800	120	6,67	1				NC	
		Licuadaora	Hamilton Beach		1	2,01	1500	1500	120	12,5	1				NC	
		Freidora de Aire	Black+Decker		1	2,41	1800	1800	120	15	1				NC	
		Microondas	Whirpool	WMS07ZDHS	1	1,61	1200	1200	120	10	1				NC	
	Cuarto Aislado	Servidor de Datos	HPE	ML30 Gen10 Plus	1	0,97	720	720	120	6	1				NC	Almacena las bases de datos de la empresa
		Aire Acondicionado	Extralum	interior	1	4,91	3665	3665	240	15,95	1				CC	Mantiene a temperaturas bajas el servidor
Anexos	Lavandería	Lavadora	Samsung	Twin Tub 14	1	0,67	500	500	120	4,17	1				NC	Lavado de ropa
		Secadora	Whirpool	7MWGD1860EM	1	7,72	5760	5760	240	24	1				NC	
	Cocina y Comedor 2	Microondas	Hamilton Beach	HB-P70B20AL-T1	1	0,94	700	700	120	5,83	1				NC	Alimentación
		Refrigeradora	Atlas	AC09SSAAWB	1	1,14	850	850	120	1,2	1				NC	
Amenidades	Gimnasio	Caminadora Eléctrica	Cybex	530T	1	2,01	1500	1500	120	12,5	1				NC	Ejercicio
		Balanza	Ocony					0							NC	
Zona de Carga y Descarga de Producto Terminado y Materia Prima	Zona de Trabajo Pilas	Bomba de Caldera	LEO	AJm90S	1	1,20	895,2	895,2	110/220	2,33	3	3400	-	-	NC	Impulsa el diesel a la caldera

Área	Subárea	Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Potencia Unitaria (hp)	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Fases	RPM	FP	FS	Uso	Descripción
		Motor Portón Eléctrico	Doorlift	Longo 600	1	0,34	250	250	120	1,3	1				NC	Motor del portón eléctrico para zona de parqueo
		Motor Cortina Eléctrica	Doorlift	Axis	1	0,80	600	600	120	5	1				NC	Seguridad de las Instalaciones
		Aspiradora	Vacmaster	VP 205	1	1,45	1080	1080	120	9	1				NC	Aseo
		Hidrolavadora	Ryobi	RY141900	1	2,09	1560	1560	120	13	1				NC	Limpieza Instalaciones

Fuente: *Elaboración Propia en Excel*

2. Tomacorrientes

2.1. Tomacorrientes Para Recintos y Bodegas

Tabla 5. Cantidad de Tomacorrientes para Recintos y Bodegas

Cantidad de Tomacorrientes para Recintos y Bodegas						
Zona	Abreviación	Perímetro (m)	Longitud Ventanas (m)	Longitud Puertas (m)	# Tomacorrientes Instalados	# Tomacorrientes Diseñados
Vestidor	V	9,80	0,94	0,85	1	3
Closet	C	10,30	0,00	0,55	1	3
Baño Vestidor	B.V	7,16	0,00	0,80	0	2
Oficina Comercial y Finanzas	OF. CF	10,28	1,03	1,00	2	3
Servidor	S	11,84	0,00	1,00	1	4
Bodega 4	B4	38,33	2,08	1,22	0	10
Centro de Reciclaje	C.R	18,93	0	3,86	0	5
Bodega 2	B2	65,19	0	2,67	5	18
Bodega 1	B1	44,27	0	2,79	9	12

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 6. Cantidad de Tomacorrientes para Amenidades, Anexos y Baños

Cantidad de Tomacorrientes para Amenidades, anexos y baños						
Zona	Abreviación	Perímetro (m)	Longitud Ventanas (m)	Longitud Puertas (m)	# Tomacorrientes Instalados	# Tomacorrientes Diseñados
Gimnasio	G	32,50	4,79	1,75	8	8
Carga- Descarga	C.P	58,20	0,00	5,90	7	15
Caldera	CD	12,60	0,00	1,40	0	4

Bodega Herramientas	B.H	12,80	0,00	0,76	0	4
Cocina - Comedor	C.C.2	23,03	0,00	0,87	4	7
Lavandería	L	13,30	0,00	1,00	5	4
Casilleros	C.L	11,50	0,00	0,84	0	3
Vestidor 2	V2	11,94	0,00	0,82	1	4
Baño P1	BP1	4,82	0,00	0,56	0	2
Baño P2	BP2	6,50	0,00	0,84	1	2
Baño Principal	BP	9,92	0,00	0,84	2	3
Bodega 3	B3	26,50	0,00	1,86	1	7

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 7. Cantidad de Tomacorrientes para Cuarto de Monitoreo y Bodega Administrativa

Cantidad de Tomacorrientes para Cuarto de Monitoreo y Bodega Administrativa						
Zona	Abreviación	Perímetro (m)	Longitud Ventanas (m)	Longitud Puertas (m)	# Tomacorrientes Instalados	# Tomacorrientes Diseñados
Cuarto Monitoreo	C.M	15,08	0,00	0,85	1	4
Ampos	A	10,00	0,00	2,00	2	3
Bodega Administración	B.I	10,31	0,00	0,85	1	3

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 8. Cantidad de Tomacorrientes para Bodegas de Producción y Laboratorio de Mediciones

Cantidad de Tomacorrientes para Bodegas de Producción y Laboratorio de Mediciones						
Zona	Abreviación	Perímetro (m)	Longitud Ventanas (m)	Longitud Puertas (m)	# Tomacorrientes Instalados	# Tomacorrientes Diseñados
Tanques Fermento	T	15,08	0,00	2,00	1	4
Bodega Materia Prima	BMP1	10,00	0,00	1,34	2	3

Bodega Materia Prima 2	BMP2	10,31	0,00	1,72	1	3
Bodega Materia Prima 3	BMP3	22,61	0,00	2,00	1	6
Laboratorio	LAB	12,70	4,09	1,24	5	3

Fuente: Elaboración Propia en Excel

2.2. Tomacorrientes Para Circuito II

Tabla 10. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito II

Tomacorrientes para el circuito II		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Oficina Contabilidad	3	4.5
Pasillo	4	6.0
Oficina Comercio-Finanzas	3	4.5
Total	10	15

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 11. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito III

Tomacorrientes para el circuito III		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Comedor	5	7.5
Total	5	7.5

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 12. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito IV

Tomacorrientes para el circuito IV		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Vestidor	1	1.5
Closet	1	1.5
Servidor	2	3.0
Cuarto Monitoreo	1	1.5
Ampos	2	3.0
Bodega Administración	1	1.5
Total	8	12

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 13. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito V

Tomacorrientes para el circuito V		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Bodega 2	8	12
Total	8	12

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 14. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VI

Tomacorrientes para el circuito VI		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Bodega 1	9	13.5
Total	9	13.5

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 15. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VII

Tomacorrientes para el circuito VII		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Gimnasio	8	12
Total	8	12

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 16. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito VIII

Tomacorrientes para el circuito VIII		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Carga y Descarga	8	12
Caldera	1	1.5
Bodega 3	1	1.5
Total	10	15

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 17. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito IX

Tomacorrientes para el circuito IX		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Lavandería	5	7.5
Vestidor 2	2	3.0
Cocina-Comedor 2	3	4.5

Total	10	15
-------	----	----

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 18. Cantidad de Tomacorrientes para el circuito X

Tomacorrientes para el circuito X		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Tanques Fermento	1	1.5
Bodega Materia Prima 1	2	3.0
Bodega Materia Prima 2	1	1.5
Bodega Materia Prima 3	1	1.5
Laboratorio	5	7.5
Total	10	15

Fuente: Elaboración Propia en Excel

2.3. Tomacorrientes Para Circuito GFCI II

Tabla 20. Cantidad de Tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito II

Tomacorrientes para el circuito II		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Cocina 1	6	9.0
Total	6	9.0

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Tabla 21. Cantidad de Tomacorrientes GFCI propuestos para el circuito II

Tomacorrientes para el circuito II		
Espacio	Cantidad de Tomacorrientes	Corriente (A)
Cocina 2	4	6.0
Baño Visitas	2	3.0
Total	6	9.0

Fuente: Elaboración Propia en Excel

3. Tablas Luminarias

Tabla 23. Cantidad de Luminarias por zona en La Nacional S.A

Cantidad de Luminarias por Zonas y su Corriente		
Zona	Cantidad	Corriente Demandada (A)
Baño Destilería	1	0,99
Baño Principal Oficinas	1	0,99
Baño Secundario Oficinas	1	0,99
Baño Visitas	2	1,98
Bodega 1	2	1,98
Bodega 2	4	3,97
Bodega 3	3	2,98
Bodega 4	3	2,98
Bodega Administración	1	0,99
Bodega de Herramientas y Equipos	1	0,99
Bodega General y Entrada	11	10,91
Bodega Materia Prima 1	2	1,98
Bodega Materia Prima 2	2	1,98
Bodega Materia Prima 3	2	1,98
Caldera	1	0,99
Carga y Descarga	6	5,95
Casilleros	1	0,99
Cava	2	1,98
Cocina Oficinas	3	2,98
Comedor Destilería	3	2,98
Cuarto de Monitoreo	2	1,98
Entrada Segundo Piso	2	1,98
Estacionamientos	2	1,98
Fermentación	3	2,98
Gimnasio	4	3,97

Zona	Cantidad	Corriente Demandada (A)
Laboratorio de Mediciones	1	0,99
Lavandería	2	1,98
Línea de Producción	10	9,92
Oficina Comercial y Finanzas	1	0,99
Oficina Contabilidad	1	0,99
Oficina Gerencia	4	3,97
Oficina Logística	1	0,99
Pasillo a Lavandería y Casilleros	1	0,99
Pasillo Bodega Administración	2	1,98
Pasillo Oficinas	6	5,95
Reciclaje	2	1,98
Sala de Reuniones / Ingenierías	2	1,98
Servidor	1	0,99
Vestidor / Closet / Baño	3	2,98
Vestidor Destilería	1	0,99

Fuente: Elaboración Propia en Excel

4. Cálculo Tableros

4.1. Tablero Destilería Centroamericana Monofásico (TDCM)

Tabla 26. Alimentador y Neutro TDCM

Cálculo Alimentador y Neutro TDCM		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	4000
Subtotal		4000
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	3350
Al 100%	Aire Acondicionado	3665
Total		7015

Fuente: Elaboración Propia en Excel

Notas:

- NEC 220.40 (Tabla 220.42): Primeros 3 000VA o menos contemplan un factor de demanda del 100%. Del 3001VA a 120 000VA un factor del 35%.

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por el alimentador y el neutro de dichas cargas monofásicas, teniendo que:

$$I_{alimentador-Neutro} = \frac{7015VA}{240V} = 29.23A$$

Una vez calculado el valor de la corriente en el alimentador principal, el siguiente paso fue calcular el conductor por el cual pasarán dicha corriente, para ello, se tiene que:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 75°C. (No se aplican factores de corrección ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Para el cálculo de la corriente final, se considerará un factor de corrección

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(16) del NEC, se seleccionó un conductor calibre #10 AWG con chaqueta THHN a 90°C y, para la tierra, se selecciona un #10 AWG según [250.122](#).

4.2. Tablero Áreas Comunes (TAC)

Tabla 27. Alimentador TAC

Cálculo Alimentador TAC		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	4080
210.11(C)(1)	Cocina Eléctrica	3000
Independencia por Alta Potencia	Microondas	3000
Subtotal		10080
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	5478
NEC 220.55	Cocinas Eléctricas	6552
Total		12030

Fuente: Elaboración Propia en Excel

- NEC 220.40 (Tabla 220.42): Primeros 3 000VA o menos contemplan un factor de demanda del 100%. Del 3001VA a 120 000VA un factor del 35%.
- NEC 220.55: Factor de demanda del 65%.

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por el alimentador principal de dichas cargas monofásicas, teniendo que:

$$I_{alimentador} = \frac{12030VA}{240V} = 50.13A$$

Una vez calculado el valor de la corriente en el alimentador principal, el siguiente paso fue calcular el conductor por el cual pasarán dicha corriente, para ello, se tiene que:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 75°C. (No se aplican factores de corrección ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(16) del NEC, se seleccionó un conductor calibre AWG #8 con chaqueta THHN a 90°C y, para la tierra, se selecciona un #10 AWG según [250.122](#).

Tabla 28. Neutro TAC

Cálculo Neutro TAC		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	4080
210.11(C)(1)	Cocina Eléctrica	3000
Independencia por Alta Potencia	Microondas	3000
Subtotal		10080
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	5478
NEC 220.55	Cocinas Eléctricas	4586,4
Total		10064,4

Fuente: *Elaboración Propia en Excel*

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por él, teniendo que:

$$I_{Neutro} = \frac{10064.4VA}{240V} = 41.94A$$

Una vez calculado la corriente en el Neutro, el siguiente paso fue calcular el conductor el cual se calculó de esta forma:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 90°C, ya que la corriente en el conductor es superior a los 100A. (No se aplican factores de corrección ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(16) del NEC, se seleccionó un conductor calibre AWG #8 con chaqueta THHN a 90°C.

4.3. Tablero Carga y Descarga (TCD)

Tabla 29. Alimentador TCD

Cálculo Alimentador TCD		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	4240
	Sensor de Luz	120
Subtotal		4360
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	3476
	Sensor de Luz	2834
Total		6310

Fuente: *Elaboración Propia en Excel*

- NEC 220.40 (Tabla 220.42): Primeros 3 000VA o menos contemplan un factor de demanda del 100%. Del 3001VA a 120 000VA un factor del 35%.

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluirá por el alimentador principal de dichas cargas monofásicas, teniendo que:

$$I_{Alimentador} = \frac{6310VA}{240V} = 26.29A$$

Una vez calculado el valor de la corriente en el alimentador principal, el siguiente paso corresponde a la suma de la corriente trifásica de la bomba de la caldera la cual es de: 4A por lo que la corriente total corresponde a 30.29A.

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 90°C, ya que la corriente en el conductor es superior a los 100A. (No se

aplican factores de corrección ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(16) del NEC, se seleccionó un conductor calibre AWG #10 con chaqueta THHN a 90°C y, para la tierra, se selecciona un #10 AWG según 250.122.

Tabla 30. Neutro TCD

Cálculo Neutro TCD		
Norma	Circuito	Potencia (VA)
NEC 220.12	Iluminación y Tomas Generales	4240
	Sensor de Luz	120
Subtotal		4360
NEC 220.40 (Tabla 220.42)	Iluminación y Tomas Generales	3476
	Sensor de Luz	1983,8
Total		5459,8

Fuente: *Elaboración Propia en Excel*

Teniendo entonces la potencia requerida, se prosiguió con el cálculo de la corriente que fluiría por él, teniendo que:

$$I_{Neutro} = \frac{5459.8VA}{240V} = 22.75A$$

Una vez calculado la corriente en el Neutro, el siguiente paso fue calcular el conductor el cual se calculó de esta forma:

- NEC 110.14(C)(1)(b): El conductor se hace con respecto a forros que soporten una temperatura de 75°C, ya que la corriente en el conductor es superior a los 100A. (No se aplican factores de corrección ya que la temperatura ambiente no supera los 30°C y dentro de los ductos no existen más de 3 conductores).

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(16) del NEC, se seleccionó un conductor calibre #12 AWG con chaqueta THHN a 90°C.

4.4. Tablero Destilería Centroamericana Trifásico (TDCT)

$$I_{Atim} = 32 \cdot 1.25 + 100.05 + 29.23 = 129.28A$$

Entonces, utilizando la tabla 310.15(B)(17) del NEC, considerando un factor de expansión de 1,25 y una corriente de 161.60A, se seleccionó un conductor calibre #2/0 AWG con chaqueta

THHN a 75°C para las líneas y, para la tierra, se selecciona un #6 AWG según [250.122](#), además de que se utilizará una protección contra cortocircuito de 175A.

5. Caídas de Tensión Resultados

5.1. Resultados Caída de Tensión Monofásica

Tabla 34. Resumen de Caída de Tensión Circuitos Monofásicos

Circuito	Resistencia (/km) Inicial	Resistencia (/km) Final	Longitud (m)	Corriente de la Carga (A)	Voltaje (V)	% CV inicial	% CV final	Calibre L1, L2, N y T	Calibre L1, L2, N y T
TM-1	1,61	1,61	21,65	16,87	120	0,98%	0,98%	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN
TM-2	1,61	1,61	15,58	16,87	120	0,71%	0,71%	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN
TM-3	3,90	3,90	34,76	10,92	120	2,47%	2,47%	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN
TM-4	3,90	3,90	18,40	10,92	120	1,31%	1,31%	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN
TM-5	3,90	3,90	23,07	11,95	120	1,79%	1,79%	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN
TM-6	6,60	3,90	34,64	9	120	3,43%	2,03%	AWG #12 THHN	AWG #10 THHN
TM-7	3,90	3,90	29,59	13,89	120	2,67%	2,67%	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN
TM-8	1,61	1,61	45,00	15,87	120	1,92%	1,92%	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN
TM-9	6,60	3,90	21,37	15	120	3,53%	2,08%	AWG #12 THHN	AWG #10 THHN
TM-10	6,60	3,90	18,20	15	120	3,00%	1,77%	AWG #12 THHN	AWG #10 THHN
TM-11	6,60	6,60	21,24	7,5	120	1,75%	1,75%	AWG #12 THHN	AWG #12 THHN
TM-12	6,60	6,60	16,60	12	120	2,19%	2,19%	AWG #12 THHN	AWG #12 THHN
TM-13	6,60	3,90	36,68	12	120	4,84%	2,86%	AWG #12 THHN	AWG #10 THHN

Circuito	Resistencia (/km) Inicial	Resistencia (/km) Final	Longitud (m)	Corriente de la Carga (A)	Voltaje (V)	% CV inicial	% CV final	Calibre L1, L2, N y T	Calibre L1, L2, N y T
TM-14	6,60	2,56	51,08	13,5	120	7,59%	2,94%	AWG #12 THHN	AWG #8 THHN
TM-15	6,60	2,56	44,52	12	120	5,88%	2,28%	AWG #12 THHN	AWG #8 THHN
TM-16	6,60	2,56	43,81	15	120	7,23%	2,80%	AWG #12 THHN	AWG #8 THHN
TM-17	6,60	3,90	19,87	15	120	3,28%	1,94%	AWG #12 THHN	AWG #10 THHN
TM-18	6,60	2,56	31,38	15	120	5,18%	2,01%	AWG #12 THHN	AWG #8 THHN
TM-19	6,60	6,60	21,32	7,5	120	1,76%	1,76%	AWG #12 THHN	AWG #12 THHN
TM-20	6,60	6,60	24,49	9	120	2,42%	2,42%	AWG #12 THHN	AWG #12 THHN
TM-21	6,60	6,60	12,61	9	120	1,25%	1,25%	AWG #12 THHN	AWG #12 THHN
TM-22	1,61	1,61	16,67	35	120	1,57%	1,57%	AWG #6 THHN, AWG #10 THHN	AWG #6 THHN, AWG #10 THHN
TM-23/25	6,60	6,60	21,45	11,5	240	1,36%	1,36%	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN
TM-24/26	6,60	6,60	14,41	11,5	240	0,91%	0,91%	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN
TM-27/29	6,60	6,60	9,27	24	240	1,22%	1,22%	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN
TM-28/30	1,61	1,61	17,04	15,95	240	0,36%	0,36%	AWG #6	AWG #6
TM-32/34	0,82	0,82	8,94	10	240	0,06%	0,06%	AWG #3, AWG #3, AWG #8	AWG #3, AWG #3, AWG #8
TM-36/38	6,60	6,60	18,60	2	240	0,20%	0,20%	AWG #12, AWG #12, AWG #14	AWG #12, AWG #12, AWG #14
TM-40/42	6,60	6,60	43,27	0,34	240	0,08%	0,08%	AWG #12, AWG #12, AWG #14	AWG #12, AWG #12, AWG #14
TM-44/46	6,60	6,60	10	0,5	240	0,03%	0,03%	AWG #12, AWG #12, AWG #14	AWG #12, AWG #12, AWG #14

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

La tabla sin correcciones se puede consultar en el [Anexo 7](#).

5.2. Tablas Caída de Tensión Monofásica para Diseño Propuesto

Tabla 35. Diseño antes del cálculo para caídas de tensión monofásica

Circuito	Potencia (VA)	Voltaje (V)	Calibre L1, L2, N y T	Ducto	Protección	Descripción
TM-1	1700	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Oficinas
TM-2	1700	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Servidor, Reciclaje y Vestidor
TM-3	1100	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Zona de Producción 1
TM-4	1100	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Zona de Producción 2
TM-5	1200	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Cocina-Comedor 2- Lavandería-Casilleros-Baño Principal
Circuito	Potencia (VA)	Voltaje (V)	Calibre L1, L2, N y T	Ducto	Protección	Descripción
TM-6	1000	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Zona de Carga y Descarga, Herramientas y Caldera
TM-7	1400	120	AWG #10 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/15A	Iluminación Bodega General
TM-8	1600	120	AWG #6 THHN, AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Iluminación Bodega 1, 2, 3, 4 y Gimnasio
TM-9	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Gerencia, Sala de Reuniones, Logística, Pasillo
TM-10	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Contabilidad, Pasillo, Comercial y Finanzas
TM-11	900	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Comedor
TM-12	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Vestidor, Closet, Servidor, Monitoreo, Ampos, Bodega Adm.
TM-13	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 2

Circuito	Potencia (VA)	Voltaje (V)	Calibre L1, L2, N y T	Ducto	Protección	Descripción
TM-14	1620	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 1
TM-15	1440	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Gimnasio
TM-16	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Bodega 3, Caldera, Carga y Descarga
TM-17	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Lavandería, Vestidor 2, Comedor-Cocina 2
TM-18	1800	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Generales Tanques Fermento, Bodega Materia Prima 1,2,3, Laboratorio
TM-19	900	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Cocina 1
TM-20	1080	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Cocina 2, Baño Visitas
TM-21	1080	120	AWG #12 THHN	EMT (1/2")	1P/20A	Tomacorrientes Especiales GFCI Baño Principal, Secundario, Vestidor
TM-22	5500	120	AWG #6 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	1P/50A	Termoducha
TM-23/25	5000	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Cocina Eléctrica
TM-24/26	5000	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Cocina Eléctrica
TM-27/29	5760	240	AWG #12 THHN, AWG #10 THHN	EMT (3/4")	2P/30A	Secadora
TM-28/30	3665	240	AWG #6	EMT (3/4")	2P/20A	Aire Acondicionado

Fuente: Elaboración Propia en Excel

5.3. Resultados Caída de Tensión Trifásica

5.3.1. Cálculo de Ze

Tabla 36. Cálculo de Resistencia para cada Equipo

Circuito	Calibre de Conductores (L,N,T)	R (Ohm/km)	F.P	XL (Ohm/km)	Ze
M-1	AWG #4, AWG #4, AWG #10	1,02	0,74	0,157	0,8625
M-2	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,62	0,177	5,008
M-3	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-4	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-5	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-6	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-7	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-8	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,71	0,177	5,509
M-9	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,70	0,177	5,454
M-10	AWG #12, AWG #12, AWG #14	0,171	0,82	0,135	0,153
M-11	AWG #12, AWG #12, AWG #14	0,171	0,82	0,135	0,153
M-12	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225
M-13	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225
M-14	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225
M-15	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225
M-16	AWG #6, AWG #6, AWG #10	1,61	0,85	0,167	1,51
M-17	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225
M-18	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,6	0,85	0,177	6,225

Fuente: *Elaboración Propia en Excel*

5.3.2. Cálculo Caída de Tensión

Tabla 37. Resumen de Caída de Tensión Circuitos Trifásicos

Circuito	Z (Ohm/m)	Longitud (m)	Corriente de la Carga (A)	Voltaje (V)	% CV inicial	Calibre de Conductores (L,N,T)
	Inicial					
M-1	2,83	1,00	41,00	480	0,04%	AWG #4, AWG #4, AWG #10
M-2	16,43	4,95	1,70	480	0,05%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-3	17,89	4,50	3,80	480	0,11%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-4	17,89	2,24	1,10	480	0,02%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-5	17,89	2,45	1,10	480	0,02%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-6	17,89	8,83	1,10	480	0,06%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-7	17,89	14,30	0,51	480	0,05%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-8	18,07	14,70	0,90	480	0,09%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-9	17,89	23,47	5,00	480	0,76%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-10	0,50	23,47	6,00	480	0,03%	AWG #10, AWG #10, AWG #12
M-11	0,50	23,47	6,00	480	0,03%	AWG #10, AWG #10, AWG #12
M-12	20,42	23,47	0,54	480	0,09%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-13	20,42	23,47	0,54	480	0,09%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-14	20,42	23,47	5,00	480	0,86%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-15	20,42	18,60	2,00	480	0,27%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14
M-16	4,95	21,00	3,00	480	0,11%	AWG #6, AWG #6, AWG #10
M-17	4,95	21,00	3,00	480	0,11%	AWG #6, AWG #6, AWG #10
M-18	20,42	21,29	1,00	480	0,08%	AWG #12, AWG #12, AWG # 14

Fuente: Elaboración Propia en Excel

6. Impedancias

6.1. Impedancia calibre de los Conductores

Tabla 38. Impedancia de los Calibres para Cortocircuito

Siglas	Equipo	Calibre Conductor	Resistividad / Reactancia		Distancia (m)	Impedancia	
			(Ω /km)	j(Ω /km)		(Ω)	j(Ω)
M-01	Compresor Principal	AWG #4, AWG #4, AWG #10	1,02	0,197	1,00	0,001	0,0002
M-02	Motor 1 Banda 1	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	4,95	0,033	0,0011
M-03	Motor 2 Banda	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	4,50	0,030	0,0010

M-04	Motor 3 Secadora	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-05	Motor 4 Banda	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,45	0,016	0,0005
M-06	Motor 5 Banda	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	8,83	0,058	0,0020
M-07	Motor 6 Banda	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,35	0,016	0,0005
M-08	Motor 7 Mesa Giratoria	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	14,70	0,097	0,0033
M-09	Motor Refrigeración 1	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-10	Compresor Refrigeración 1	AWG #12, AWG #12, AWG #14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-11	Compresor Refrigeración 2	AWG #12, AWG #12, AWG #14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-12	Ventilador Refrigeración 1	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-13	Ventilador Refrigeración 2	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-14	Motor Refrigeración 2	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	2,24	0,015	0,0005
M-15	Moledora	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	21,00	0,139	0,0047
M-16	Bomba	AWG #6, AWG #6, AWG #10	1,61	0,210	21,29	0,034	0,0045
M-17	Bomba Retorno	AWG #6, AWG #6, AWG #10	1,61	0,210	21,29	0,034	0,0045
M-18	Bomba Caldera	AWG #12, AWG #12, AWG # 14	6,60	0,223	8,79	0,058	0,0020
TDCT	Tablero Trifásico Destilería	AWG #2/0, AWG #2/0, AWG#6	0,33	0,177	8,47	0,003	0,0015
TDC M	Tablero Monofásico Destilería	AWG #10, AWG #10, AWG #10	3,90	0,207	0,20	0,001	0,0000
TCD	Tablero Carga y Descarga	AWG #10, AWG #10, AWG #10	3,90	0,207	34,6	0,135	0,0072
TAC	Tablero Áreas Comunes	AWG #8, AWG #8, AWG #10	2,56	0,213	9,54	0,024	0,0020
TPO	Tablero Principal Oficinas	AWG #1/0, AWG #1/0, AWG #4	0,39	0,180	9,95	0,039	0,0021
TP1	Tablero Principal 1	AWG #1/0, AWG 1/0, AWG 1/0	0,39	0,180	1,62	0,001	0,0003
TP2	Tablero Principal 2	AWG #1/0, AWG 1/0, AWG 1/0	0,39	0,180	26,85	0,010	0,0048

Fuente: Elaboración Propia en Excel

6.2. Porcentaje de impedancias de los motores, compresores y equipos

Tabla 39. Porcentaje Impedancia de los Calibres para Cortocircuito

Siglas	Equipo	Voltaje Nominal (V)	Potencia del Motor (HP)	Corriente a Plena Carga (A)	Corriente Rotor Bloqueado (A)	%Z
M-01	Compresor Principal	480	15,00	21,0	116	0,181
M-02	Motor 1 Banda 1	480	0,34	1,1	10	0,110
M-03	Motor 2 Banda	480	0,34	1,1	10	0,110
M-04	Motor 3 Secadora	480	1,19	3,0	20	0,150
M-05	Motor 4 Banda	480	1,19	3,0	20	0,150
M-06	Motor 5 Banda	480	1,19	3,0	20	0,150
M-07	Motor 6 Banda	480	0,25	1,1	10	0,110
M-08	Motor 7 Mesa Giratoria	480	1,17	2,1	15	0,140
M-09	Motor Refrigeración 1	480	5,00	7,6	46	0,165
M-10	Compresor Refrigeración 1	480	6,01	7,6	46	0,165
M-11	Compresor Refrigeración 2	480	6,01	7,6	46	0,165
M-12	Ventilador Refrigeración 1	480	0,55	1,1	10	0,110
M-13	Ventilador Refrigeración 2	480	0,55	1,1	10	0,110
M-14	Motor Refrigeración 2	480	5,00	7,6	46	0,165
M-15	Moledora	480	3,00	3,4	32	0,106
M-16	Bomba	480	1,01	4,8	20	0,240
M-17	Bomba Retorno	480	1,01	4,8	20	0,240
M-18	Bomba Caldera	480	1,21	3,0	20	0,150

Fuente: Elaboración Propia en Excel

7. Lista de Materiales para Presupuesto de la Inversión y Análisis Costo Beneficio

7.1. Lista de Material para Rediseño Eléctrico

Tabla 48. Lista de Material Eléctrico

Material	Cantidad	Dimensión	Descripción
Tomacorrientes Normales	12	15A	Eagle Tapa Blanca Ciegos
Disyuntor	1	1P/50A	
Contactador NEMA	13	00	Protección de Equipos y Motores
Contactador NEMA	2	0	
Contactador NEMA	2	1	
Contactador NEMA	1	2	
Cable #4 AWG	30	metros	
Cable #6 AWG	30	metros	
Cable #8 AWG	45	metros	

Cable #10 AWG	90	metros	
Cable #12 AWG	150	metros	
Cable #14 AWG	75	metros	
Cable #1/0 AWG	24	metros	
Cable #2/0 AWG	15	metros	
Cable #3/0 AWG	15	metros	
Cable #4/0 AWG	15	metros	
Tablero	600A	unidades	

Fuente: *Elaboración Propia en Excel.*

7.2. Lista de Material para Diseño del Sistema de Detección de Incendios

Tabla 49. Lista de Material Detección de Incendios

Material	Cantidad	Dimensión	Descripción
Sensor de Humo	46	unid.	Sensor de Humo Siemens OP921.
Sensor de Calor	3	unid.	Sensor de Temperatura HI921
Estaciones Manuales	8	unid.	Serie XMS
Fuente de Poder	3	unid.	Siemens Pad-4
Sensor de Humo Beam	7	unid.	Siemens PBA-1191.
Panel de Control	1	unid.	Siemens FC922
Sirena de Alarma	11	unid.	Siemens FDS229-R.
Gabinetes para Beam	3	unid.	Lo dejo al criterio suyo jeje.
Baterías 12V de 7Ah o 12Ah	8	unid.	2 Para el panel y 2 para cada fuente de poder, me avisa si se puede editar por fa
Cable Incendio 2x16AWG	225	metros	Son 225m de tramo con 2x16AWG, es decir, serían 450m
Tubería EMT 3/4"	70	unid.	70 unidades de 3m de longitud.
Orejas, Gazas de Pera 3/4"	150	unid.	Para soportería de tubo
Caja de Registro	100	unid.	Para mantenimiento
Caja Octogonal	98	unid.	Para Sensores de Humo y Temperatura.

Biex Forrado	18	metros	Para Sensores en Cielorraso
Conectores	70	unid.	No sé si estimé bien la cantidad
Supresión de Picos	4	unid.	Para los Paneles de Control y las Fuentes de Poder.
Rotulación Estaciones Manuales.	8	unid.	Para señalización.

Fuente: *Elaboración Propia en Excel.*

7.3. Lista de Material para Extintores Manuales Portátiles

Tabla 50. Lista de Material Supresión de Incendios

Material	Cantidad	Dimensión	Descripción
Extintores Especial Tipo A-B-C 20lb	16	unidades	Para materiales como madera, líquidos inflamables y equipos energizados.
Extintor Tipo K 20lb	2	unidades	Para los compartimientos de las cocinas.
Soportes para pared	18	unidades	Para soporte colgante.
Sellos	18	unidades	Montaje Seguro
Señalización / rótulos	18	unidades	Para indicar la información del extintor y dar a conocer la ubicación
Ganchos	18	unidades	Si fuera necesario

Fuente: *Elaboración Propia en Excel.*

8. Distribución Actual de La Nacional S.A

8.1.Plano de Distribución

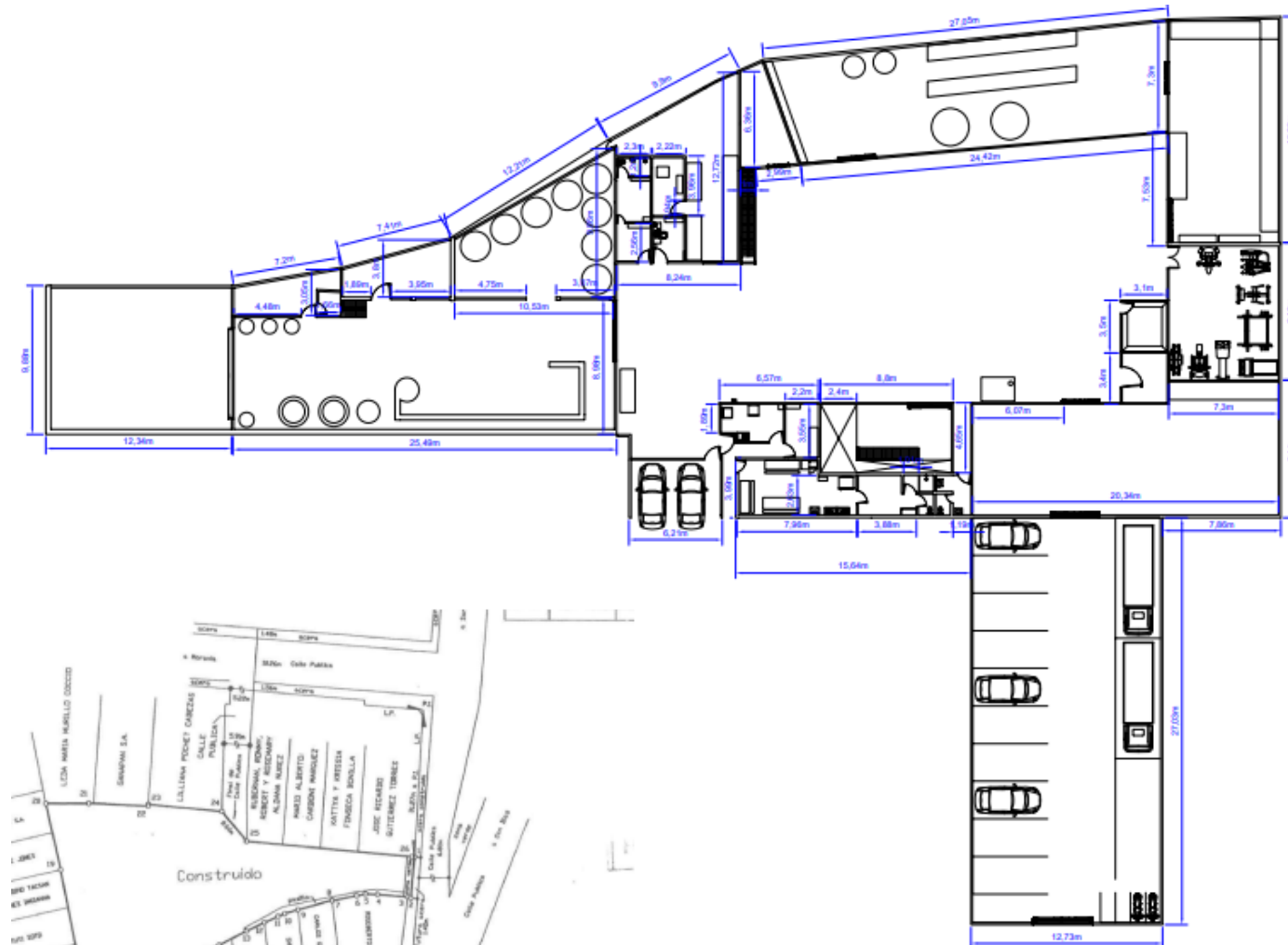


Figura 77: Plano de Distribución Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

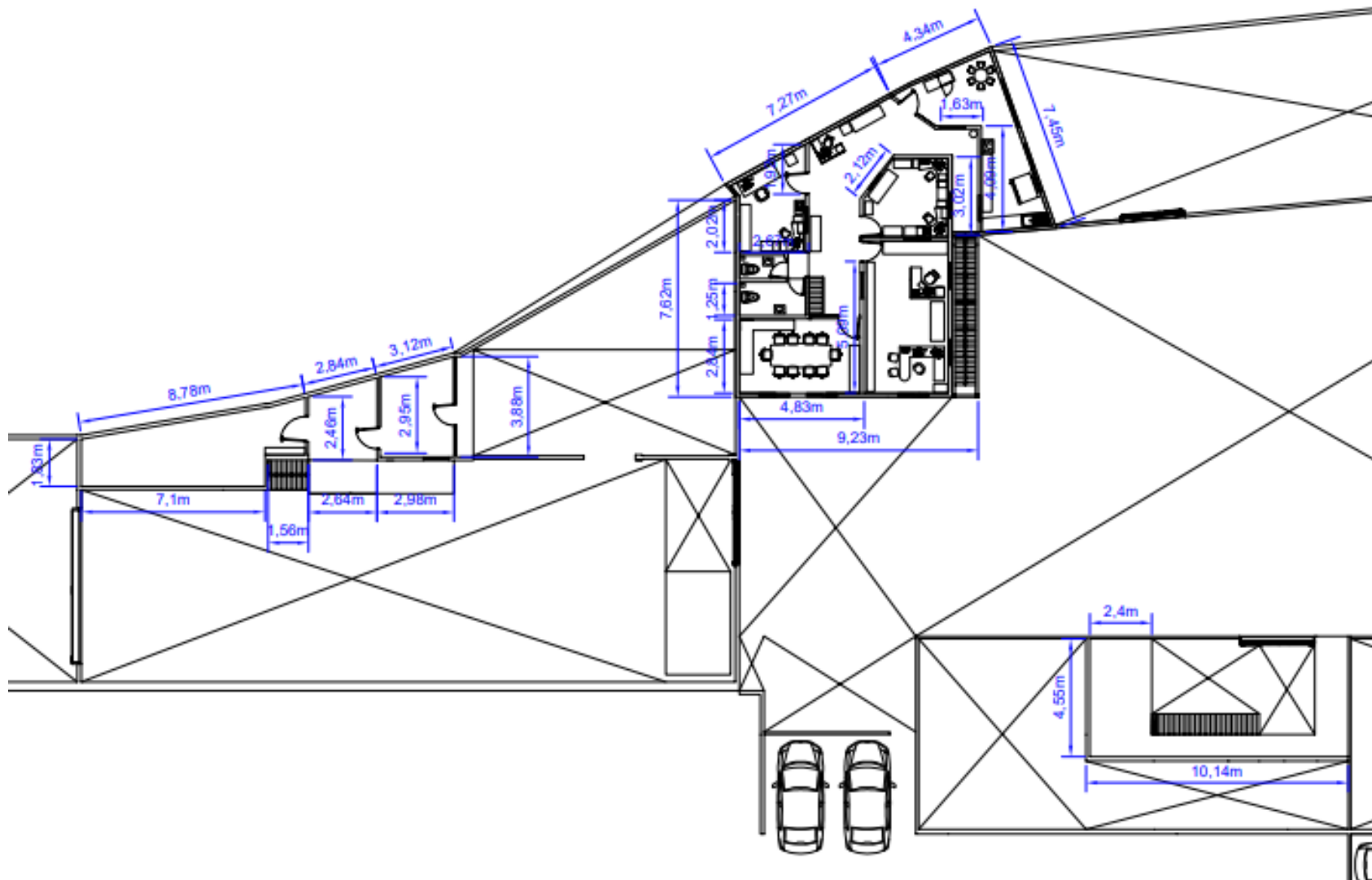


Figura 78: Plano de Distribución Segundo Nivel La Nacional S.A

Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD.

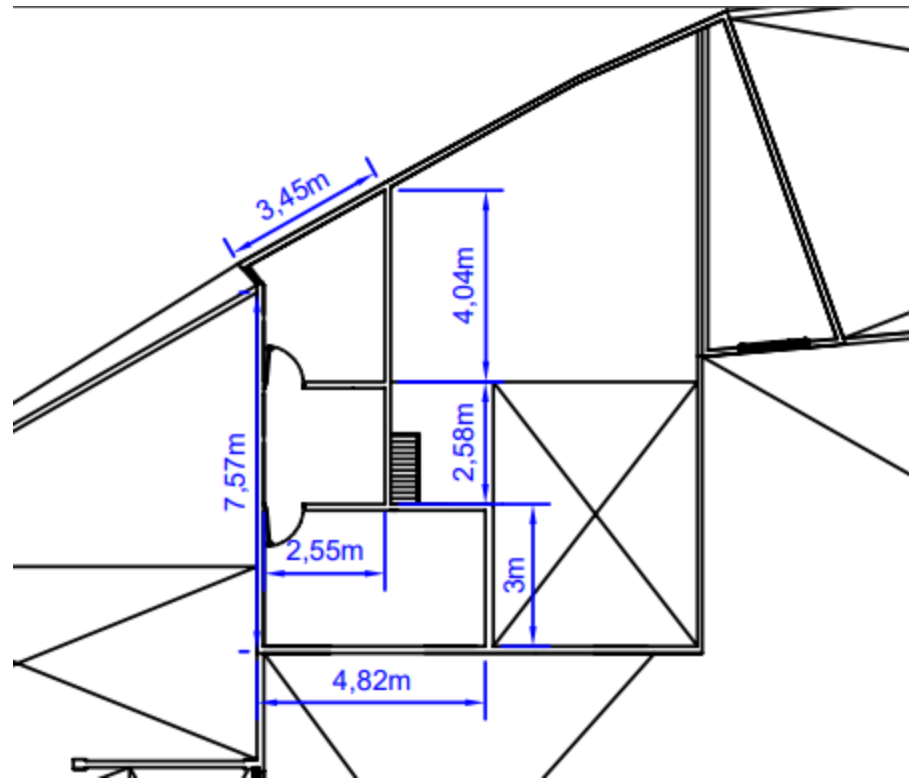


Figura 79: Plano de Distribución Tercer Nivel La Nacional S.A
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

8.2. Plano de Distribución de Tomacorrientes y Salidas Especiales

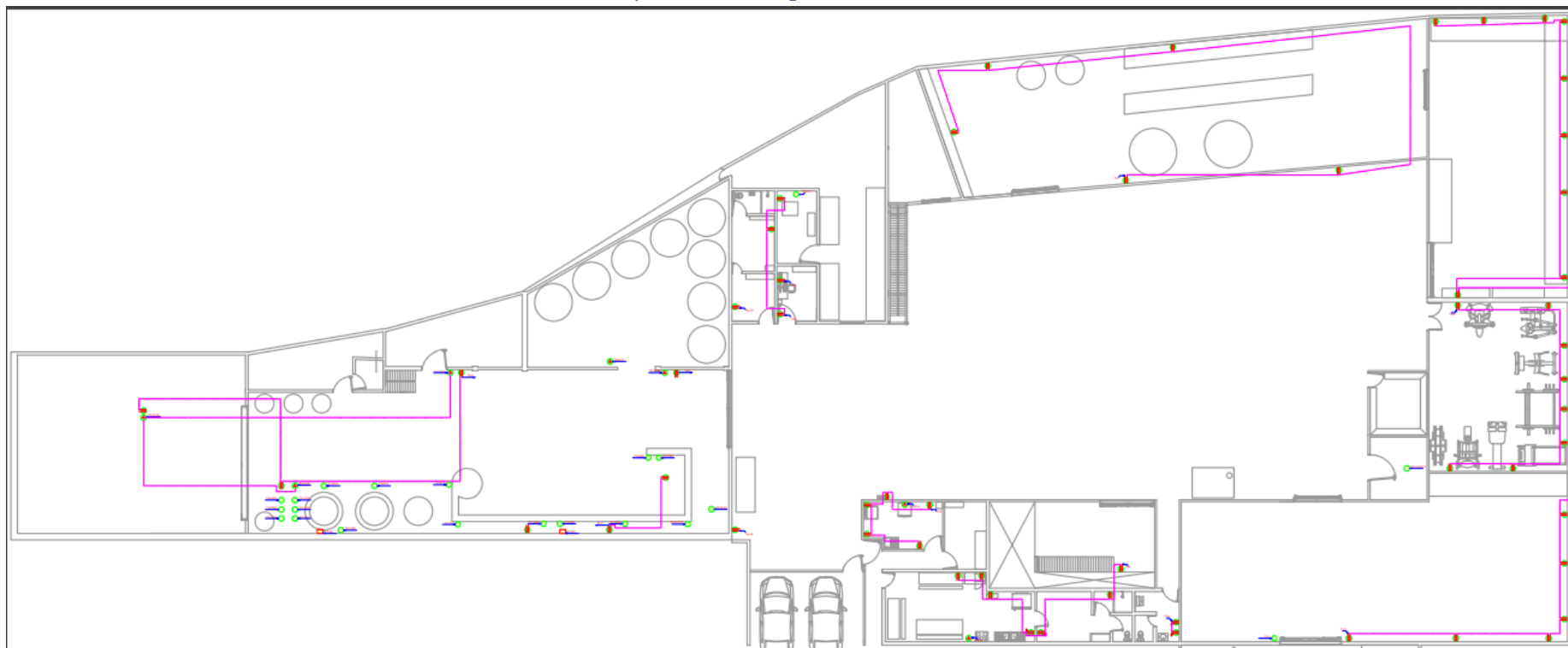


Figura 80: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

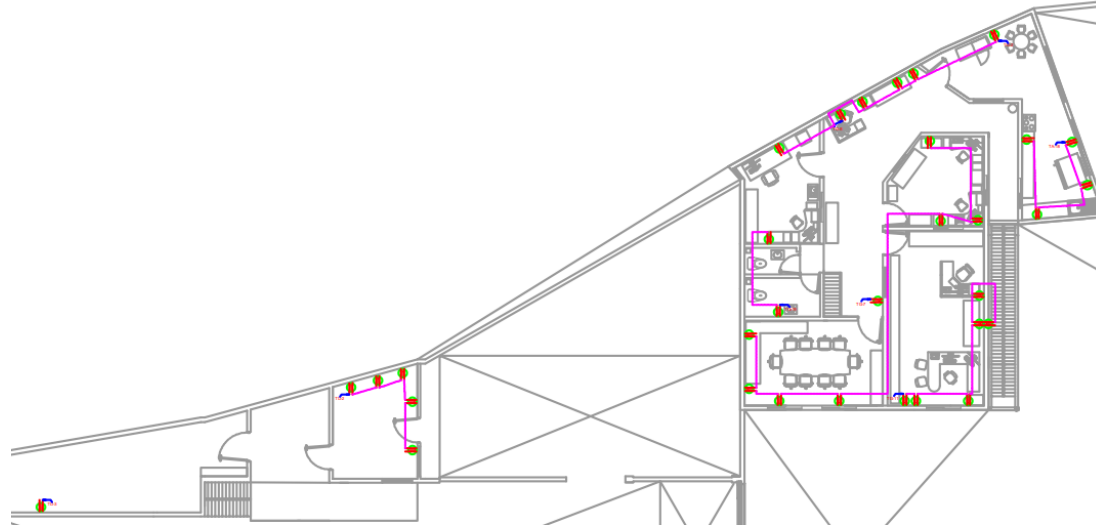


Figura 81: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Segundo Nivel La Nacional S.A
Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD.

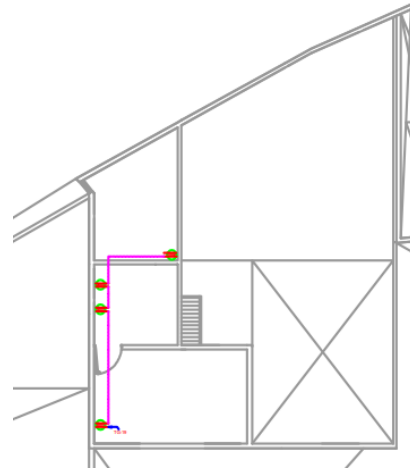


Figura 82: Plano con la Distribución Actual de Tomacorrientes del Tercer Nivel La Nacional S.A
Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD.

8.3. Plano de Distribución de Luminarias

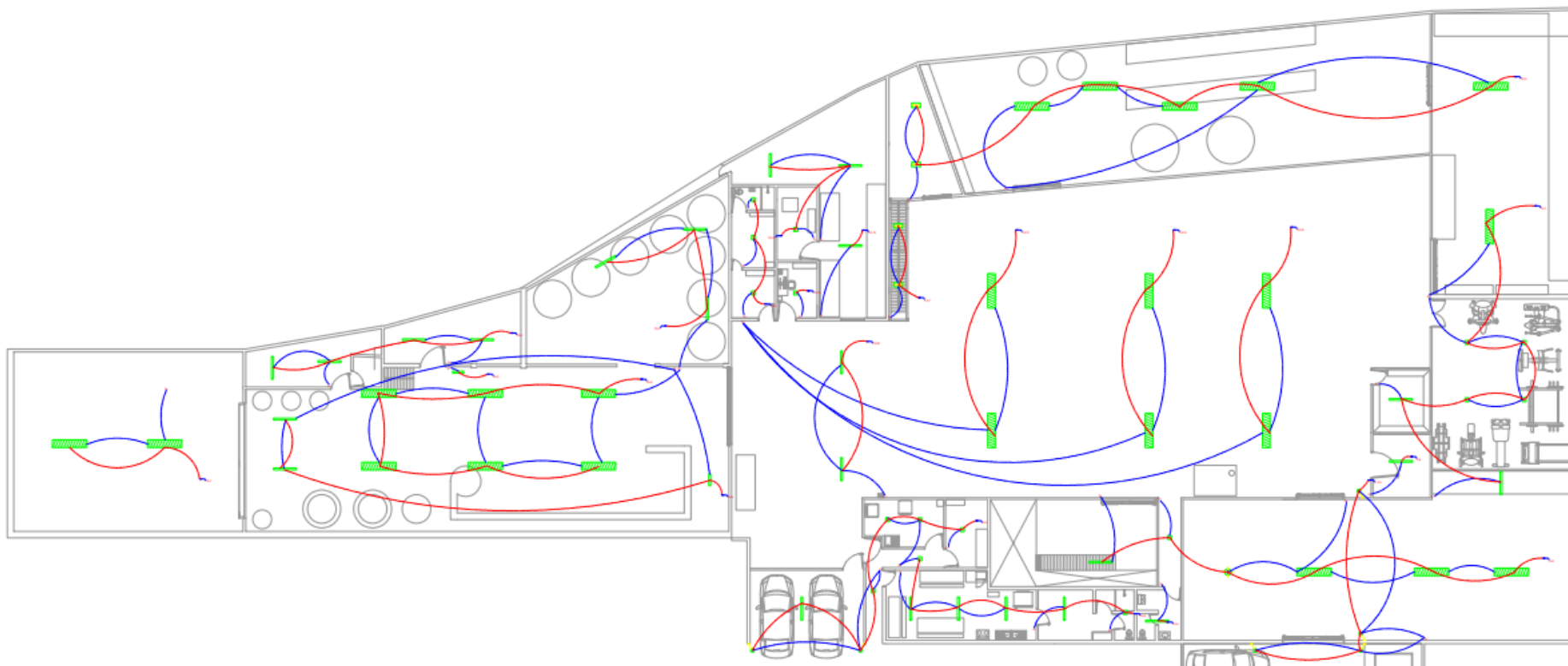


Figura 83: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas rojas significan la alimentación eléctrica mientras que la azul el control por apagadores.

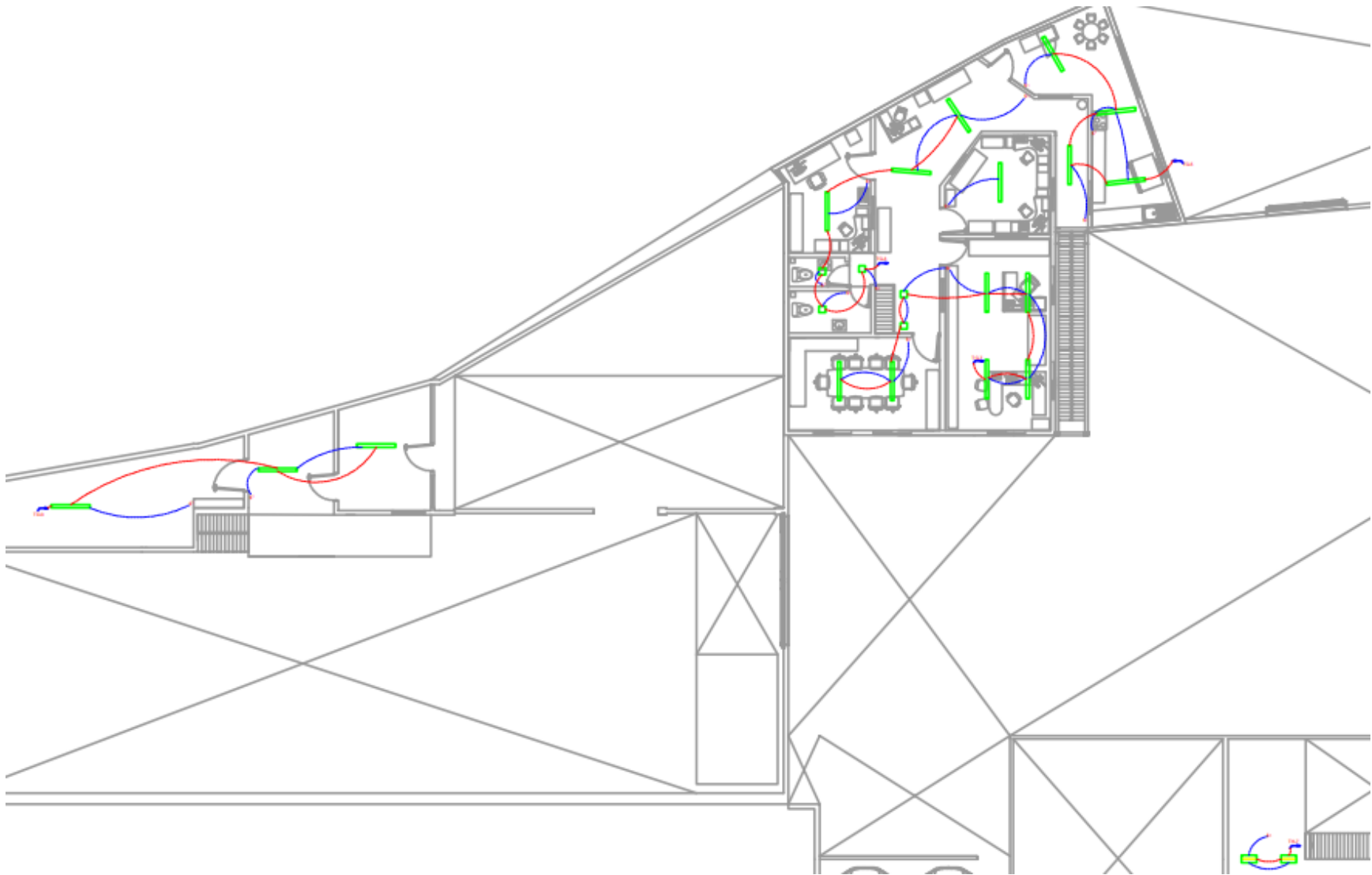


Figura 84: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Segundo Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas rojas significan la alimentación eléctrica mientras que la azul el control por apagadores.

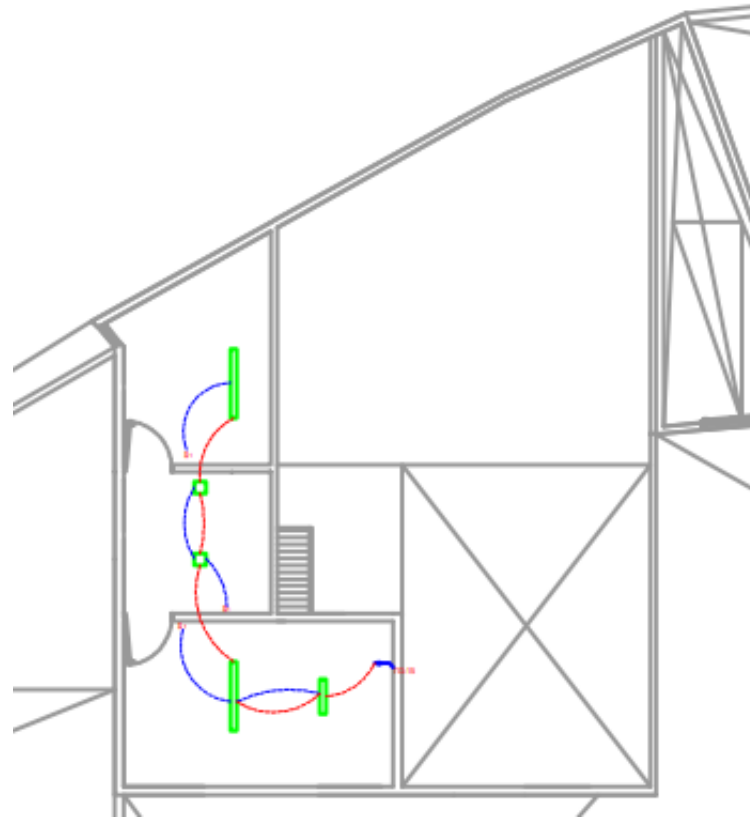


Figura 85: Plano con la Distribución Actual de Luminarias del Tercer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas rojas significan la alimentación eléctrica mientras que la azul el control por apagadores.

8.4. Tableros Eléctricos o Centros de Cargas

DETALLES DEL TABLERO												TABLERO DE DISTRIBUCION (TA)																
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO						ANCLADO						ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																
CAPACIDAD EN BARRAS						125 A						VOLTAJE			240/480			CONDUCTORES AWG										
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL						N/A						FASES			3			FASES										
MARCA						Cutler Hammer-Eaton						# DE HILOS			3			NEUTRO										
ESPACIOS						24						CAIDA VOLTAJE			0,17%			TIERRA										
																		CONDUIT										
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente			Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente		Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	A	A	A				Polos	Amp				Fase	long	Neutro	Tierra						
1,31%	13	8	8	8,46	8	70	3 AFCl	9,6	2,6	0,5	480	1	Tablero C	4608	40320	2	480	84,00	3 AFCl	50	6	1,00	6	6	13	1,34%		
1,05%	13	8	8	8,85	8	70	3 AFCl	29,17			480	7	Interruptor B-Tablero H	14001,6	4320	8	240	18,0	2 AFCl	40	8	1,00	8	8	13	1,64%		
2,03%	13	10	10	13,57	10	40	3 AFCl	1			480	9	Tablero B	9340,8	4320	10	240	38,9	2 AFCl	90	8	9,91	8	8	13	2,35%		
												13	Tablero G	480	1200	12	120	10,00	1 AFCl	30	12	25,18	12	12	13	1,82%		
												15	Tomacorrientes y Cocina		18	120	10,00	1 AFCl	30	12	25,18	12	12	13	1,82%			
												17			20													
												19			22													
												21			24													
												23																
												24																
												CORRIENTE DE DEMANDA 154,73																
Carga Total Instalada W												19089,6																
Carga de Demanda VA												60000,0																
Carga Total Instalada W												55181																
Carga de Demanda VA												123,78%																

Figura 86: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TA
Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO												TABLERO DE DISTRIBUCION (TB)															
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO						ANCLADO						ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN															
CAPACIDAD EN BARRAS						225A						VOLTAJE			240/480			CONDUCTORES AWG									
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL						N/A						FASES			3			FASES									
MARCA						Schneider Electric						# DE HILOS			3			NEUTRO									
ESPACIOS						16						CAIDA VOLTAJE			0,02%			TIERRA									
																		CONDUIT									
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente			Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión
		Tierra	Neutro	mm	long	Fase	Amp	Polos	A	A				Polos	Amp					Fase	mm	long	Neutro	Tierra			
												1		4704		2	480	9,8									
												3	Panel Bomba de Succión		4												
												5			6												
												7			8												
												9			10												
												11			12												
												13			14												
												15			16												
												CORRIENTE DE DEMANDA 9,80															
Carga Total Instalada W												0,0															
Carga de Demanda VA												108000,0															
Carga Total Instalada W												4704															
Carga de Demanda VA												4,36%															

Figura 87: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TB
Fuente: Elaboración Propia en Excel.

TABLERO DE DISTRIBUCION (TC)																									
DETALLES DEL TABLERO										ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN															
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO										VOLTAJE 240/480			CONDUCTORES AWG												
CAPACIDAD EN BARRAS 225A										FASES 3			FASES 8												
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL N/A										# DE HILOS 3			NEUTRO 8												
MARCA Eaton-Cutler Hammer										CAIDA VOLTAJE 0,34%			TIERRA 8												
ESPACIOS 42										CONDUIT 51															
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES					Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	CONDUCTORES					Conduit mm	Caída de tensión
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	Polos											Amp	Fase	long	Neutro	Tierra		
-	13	-	12		12	30	3 Polos AFCI	-	-	1	Antigua Envasadora, fuera de servicio			2	-	-	3 Polos AFCI	20	12	-	12	-	13,00	-	
										3				4											
										5				6											
										7				8											
-	13	-	12		12	20	3 Polos AFCI	-	-	9	Antiguos Calentadores, fuera de servicio			10	-	-	2 Polos AFCI	20	12	-	12	-	13		
										11				12											
										13	Calentador, fuera de servicio	2856		14	240	11,9	2 Polos AFCI	50	8	0,30	8	-	51	0,94%	
										15				16											
										17				18											
										19		1296	Bomba	20	240	5,4	2 Polos AFCI	40	12	0,30	12	-	13	1,28%	
										21				22											
-	13	-	10	5	10	40	2 Polos AFCI	5,40	240	23	Sistema de Frío	1296		24											
										25				26											
1,78%	13	-	8	20	8	30	3 Polos AFCI	5,00	240	27	3 Tomacorrientes 220V, Para Bomba y Sistema de Refrigeración y Salida Cava	1200		28											
										29				30											
										31				32											
										33				34											
										35				36											
													CORRIENTE DE DEMANDA 13,85												
Carga Total Instalada W 2496,0										4152			Carga Total Instalada W 6,16%												
Carga de Demanda VA 108000,0													Carga de Demanda VA												

Figura 88: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TC

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

TABLERO DE DISTRIBUCION (TD)																									
DETALLES DEL TABLERO										ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN															
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO										VOLTAJE 120/240			CONDUCTORES AWG												
CAPACIDAD EN BARRAS 225A										FASES 2			FASES 6												
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL N/A										# DE HILOS 4			NEUTRO 6												
MARCA Eaton Cutler Hammer										CAIDA VOLTAJE 0,02%			TIERRA 6												
ESPACIOS 16										CONDUIT 51															
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES					Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	CONDUCTORES					Conduit mm	Caída de tensión
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	Polos											Amp	Fase	long	Neutro	Tierra		
1,10%		-	12	31,05	12	20	1 AFCI	1,90	120	1	Luminarias Cava	228	360	Luz grad y Tomacorriente grad y 5 laboratorios	2	120	3	1 AFCI	20	12	13,13	12	-	0,16%	
0,87%		-	12	20,91	12	20	1 AFCI	2,22	120	3	Luces Bodega y Laboratorio con tomacorriente del fondo segundo piso	266,4	270	Luces Secundarias Producción	4	120	2,25	1 AFCI	20	12	19,83	12	-	0,47%	
0,03%		-	12	0,35	12	20	1 AFCI	5,00	120	5	Tomacorriente 110V	600	132	Luces Principales	6	120	1,1	1 AFCI	20	12	12,45	12	-	0,36%	
0,24%		-	12	8,48	12	20	1 AFCI	2,10	120	7	Luces Tanques	252			8										
1,22%		-	6	11,94	6	20	2 AFCI	10,4	240	9	Aire Acondicionado	2496			10										
										11				12											
										13				14											
										15				16											
													CORRIENTE DE DEMANDA 19,19												
Carga Total Instalada W 3842,4										762,0			Carga Total Instalada W 8,53%												
Carga de Demanda VA 54000,0													Carga de Demanda VA												

Figura 89: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TD

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (TE)																															
DETALLES DEL TABLERO										ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																					
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO CAPACIDAD EN BARRAS 125A CON INTERRUPTOR PRINCIPAL N/A MARCA Eaton Cutler Hammer ESPACIOS 16										VOLTAJE 240/480 FASES 3 # DE HILOS 4 CAIDA VOLTAJE 0,42%			CONDUCTORES AWG FASES 10 NEUTRO 10 TIERRA 10 CONDUIT 13																		
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES					Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección					Conduit mm	Caída de tensión						
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	Fase					long	Neutro					Tierra												
							15	3 AFCI			1	Fuera de Servicio	828	2	460	1,8	3 AFCI	20	10	1	10	10	13	3,25%							
										3																					
										5																					
0,48%	13	12	12	2	12	20	1 AFCI	6	220	7	Toma corrientes y Gasificadora			1320											8						
0,98%	13	12	12	3	12	70	2 AFCI	1,4	460	9	Túnel Producción y Motor 7			720											576	10	480	1,2	3 AFCI	15	10
										11			12																		
										13			14																		
										15			16																		
															CORRIENTE DE DEMANDA									7,18							
Carga Total Instalada W												2040,0		1404		Carga Total Instalada W												% de Demanda		5,74%	
Carga de Demanda VA												60000,0		Carga de Demanda VA																	

Figura 90: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TE

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (TF)																																				
DETALLES DEL TABLERO										ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																										
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO CAPACIDAD EN BARRAS 125A CON INTERRUPTOR PRINCIPAL N/A MARCA Eaton-Cutler Hammer ESPACIOS 16										VOLTAJE 240/480 FASES 3 # DE HILOS 4 CAIDA VOLTAJE 3,52%			CONDUCTORES AWG FASES 8 NEUTRO 8 TIERRA 8 CONDUIT 25																							
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES					Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección					Conduit mm	Caída de tensión											
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	Fase					long	Neutro					Tierra																	
							30	3 AFCI	27,2	480	1	Motor, Compresor, Radiador 1	13056	11856	2	480	24,7	3 AFCI	15	10	2,06	10	-	-	0,91%											
										3																										
										5																										
										7	2400				Termostatos											8	240	10	2 AFCI	15	12	4,12	12	-	-	0,35%
										9																										
										11																										
										13																										
										15																										
															CORRIENTE DE DEMANDA									56,90												
Carga Total Instalada W												13056,0		14256		Carga Total Instalada W												% de Demanda		45,52%						
Carga de Demanda VA												60000,0		Carga de Demanda VA																						

Figura 91: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TF

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO														TABLERO DE DISTRIBUCION (TG)																	
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO CAPACIDAD EN BARRAS CON INTERRUPTOR PRINCIPAL MARCA ESPACIOS										ANCLADO 225A N/A Eaton 24				ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																	
										VOLTAJE 120/240				CONDUCTORES AWG						8											
										FASES 3				NEUTRO						8											
										# DE HILOS 4				TIERRA						6											
										CAIDA VOLTAJE 0,40%				CONDUIT						38											
Caida de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente	Voltaje	Circuito	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito	Voltaje	Corriente	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caida de tensión						
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	A	V	#				#	V	A	Polos	Amp	Fase	long	Neutro	Tierra	mm								
1,22%	13	12	10	5,21	10	40	1 AFCl	0,20	120	1	Prevista Ducha	24	1200	Tomacorrientes Pasillo/Contabilidad/Cocina Generales	2	120	10,00	1 AFCl	20	12	18,56	12	12	13	0,05%						
0,35%	13	12	12	3,16	12	15	1 AFCl	0,10	120	3	Luminarias Vestidor y Baño	12	144	Tomacorriente Servidor/Finanzas	4	120	1,20	1 AFCl	20	12	3,69	12	12	13	0,04%						
0,15%	13	12	12	25,00	12	15	1 AFCl	2,70	120	5	Luminarias Oficina/Bodega destilado	324	180	Tomacorriente Finanzas y Pasillo 5do piso	6	120	1,50	1 AFCl	20	12	4,81	12	12	13	0,06%						
0,01%	13	12	12	13,87	12	15	1 AFCl	3,00	120	7	Luminarias Oficina 2	360	180	Tomacorriente Cuentas Clave (KAM)	8	120	1,50	1 AFCl	20	12	5,86	12	12	13	0,08%						
0,02%	13	12	12	6,41	12	20	1 AFCl	0,20	120	9	Tomacorrientes Logística y Sala de reuniones	24	168	Tomacorriente Vestidor Añera	10	120	1,40	1 AFCl	20	12	1,23	12	12	13	0,02%						
0,02%	13	12	12	8,15	12	20	1 AFCl	1,90	120	11	Tomacorrientes Gerencia	228	84	Luminarias 1 pareja	12	120	0,70	1 AFCl	20	12	5,36	12	12	13	0,10%						
0,01%	13	12	12	2,69	12	20	1 AFCl	0,10	120	13	Luminaria Oficina Finanzas	12	192	Luminarias 2 Pareja	14	120	1,60	1 AFCl	30	12	9,15	12	12	13	0,14%						
0,05%	13	12	12	8,59	12	20	1 AFCl	0,10	120	15	Luminaria Pasillo Bodega 4	12	12	Luminarias 3 Pareja	16	120	0,10	1 AFCl	20	12	12,14	12	12	13	0,17%						
0,05%	13	12	12	7,63	12	20	1 AFCl	0,10	120	17	Luminarias Servidor y Pasillo Bodega 4	12	0	Prevista ducha	18	120	0,00	1 AFCl	40	12	3,26	12	12	13	0,04%						
0,65%	13	12	12	9,63	12	20	1 AFCl	1,50	120	19	Tomacorrientes Oficina Contaduría, Baño Princ, Cuadro de Monitoreo, AMPOS, Bod. Adm	180	12	Cámaras	20	120	0,10	1 AFCl	20	12	1,00	12	12	13	0,09%						
										21																					
										23																					
																CORRIENTE DE DEMANDA		14,00													
														Carga Total Instalada W		1188		2172		Carga Total Instalada W				%		11,2%					
														Carga de Demanda VA		30000,0		Carga de Demanda VA													

Figura 92: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TG
Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO														TABLERO DE DISTRIBUCION (TH)																	
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO CAPACIDAD EN BARRAS CON INTERRUPTOR PRINCIPAL MARCA ESPACIOS										ANCLADO 125A N/A Eaton-Cutler Hammer 24				ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																	
										VOLTAJE 240/480				CONDUCTORES AWG						8											
										FASES 3				NEUTRO						8											
										# DE HILOS 5				TIERRA						10											
										CAIDA VOLTAJE 0,76%				CONDUIT						35											
Caida de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente	Voltaje	Circuito	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito	Voltaje	Corriente	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caida de tensión						
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	A	V	# <td></td> <td></td> <td></td> <th>#</th> <th>V</th> <th>A</th> <th>Polos</th> <th>Amp</th> <th>Fase</th> <th>long</th> <th>Neutro</th> <th>Tierra</th> <th>mm</th> <td></td>				#	V	A	Polos	Amp	Fase	long	Neutro	Tierra	mm								
0,98%	13	12	12	44,6	12	40	1 AFCl	0,30	120	1	Luminarias Gimnasio, Bodega 1	36	156	Tomacorrientes Cocina, Cambiador y Baños	2	120	1,3	1 AFCl	20	12	5,26	12	12	13	0,06%						
1,25%	13	12	12	8,00	12	20	1 AFCl	0,10	120	3	Luminarias Lavandería, Lockers y Pasillo entrada principal	12	48	Luminarias y Tomacorrientes Baño DC	4	120	0,4	1 AFCl	20	12	5,89	12	12	13	0,47%						
0,64%	13	12	12	14,76	12	20	1 AFCl	0,50	120	5	Luminarias Comedor, Cambiador, Baño	60	12	Cámara	6	120	0,1	1 AFCl	15	12	1,15	12	12	13	0,02%						
0,78%	13	12	12	32,13	12	20	1 AFCl	0,20	120	7	Luminaria Bodega 3, Pasillo Baño, Pilas	24	24	Cocina	8	240	0,1	2 AFCl	40	8	6,70	8	10	13	1,03%						
0,26%	13	12	12	4,61	12	20	1 AFCl	3	120	9	Tomacorrientes Lavandería	360	0	Secadora	10																
						20				11	0	2880	12		240	12	2 AFCl	40	8	3,43	8	10	13	0,85%							
						20				13			14																		
						20				15			16																		
						20				17			18																		
						20				19			20																		
						20				21			22																		
										23			24																		
																CORRIENTE DE DEMANDA		15,05													
														Carga Total Instalada W		492		3120		Carga Total Instalada W				%		12,04%					
														Carga de Demanda VA		30000,0		Carga de Demanda VA													

Figura 93: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TH
Fuente: Elaboración Propia en Excel.

TABLERO DE DISTRIBUCION (TI)																											
DETALLES DEL TABLERO										ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																	
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO					ANCLADO					VOLTAJE					240/480					CONDUCTORES AWG							
CAPACIDAD EN BARRAS					125A					FASES					2					8							
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL					N/A					# DE HILOS					4					8							
MARCA					Eaton-Cutler Hammer					CAIDA VOLTAJE					0,87%					25							
ESPACIOS					24																						
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión		
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos	A				Fase	long					Neutro	Tierra	Fase	long	Neutro	Tierra				
0,41%	13	8	10	8,21	10	20	2 AFCl	1,10	240	1	Sensores de Luz	264		2													
0,15%	13	8	12	19,67	12	20	1 AFCl	5	120	3	Tomacorrientes Gimnasio	600	144	4													
										5				6	120	1,20	1 AFCl	20	12	9,29	12	8	13	0,16%			
										7				8													
										9				10													
										11				12													
0,98%	19	8	8	10,36	8	20	3 AFCl	4	480	13	Bomba Caldera	1680	1368	14	240	5,70	2 AFCl	10	8	27,37	8	10	13	1,23%			
										15				16													
										17				18													
										19				20													
										21				22													
										23				24													
														CORRIENTE DE DEMANDA		8,45											
										Carga Total Instalada KW		2544,0		1512		Carga Total Instalada KW											
										Carga de Demanda KVA		60000,0		Carga de Demanda KVA				% de Demanda		6,76%							

Figura 94: Distribución de Circuitos Actuales del Tablero TI

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

9. Propuestas de Diseño para La Nacional S.A

9.1. Diseño Distribución de Circuitos para Tomacorrientes y Salidas Especiales

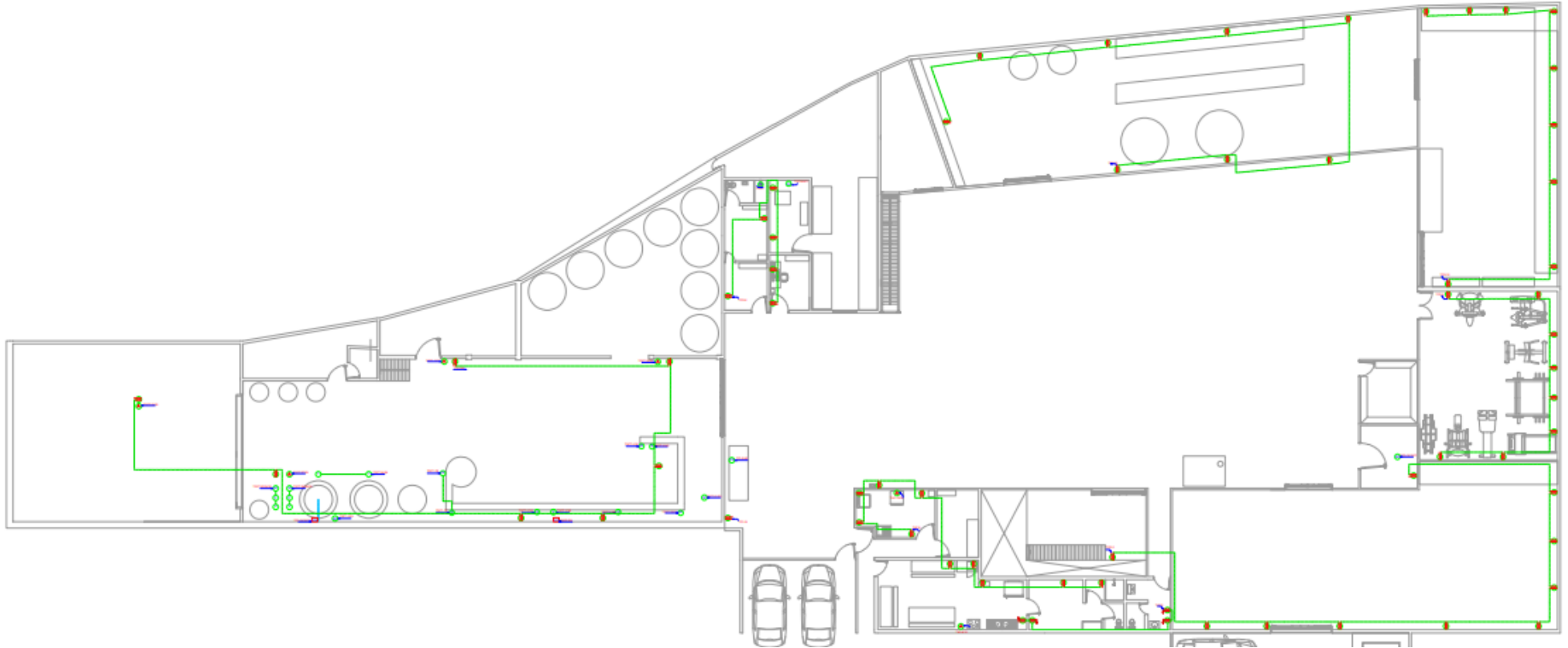


Figura 95: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

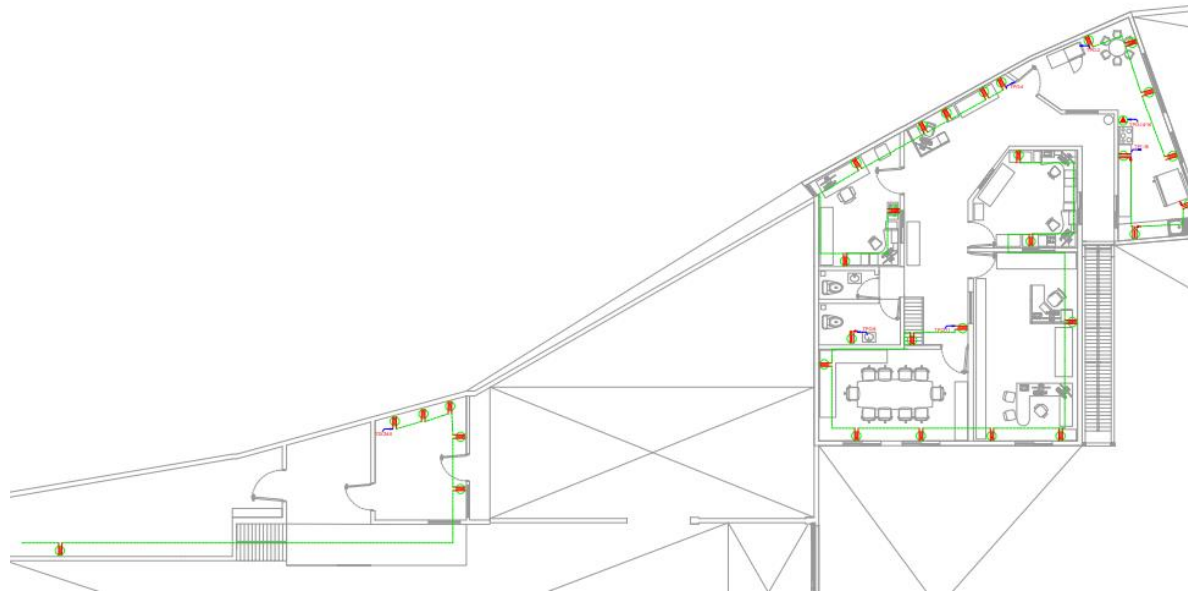


Figura 96: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Segundo Nivel La Nacional S.A
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

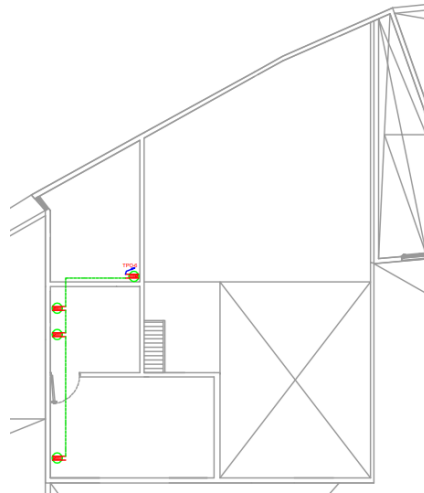


Figura 97: Diseño Propuesto Tomacorrientes y Salidas Especiales Tercer Nivel La Nacional S.A
Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

9.2. Diseño Distribución de Circuitos para Luminarias

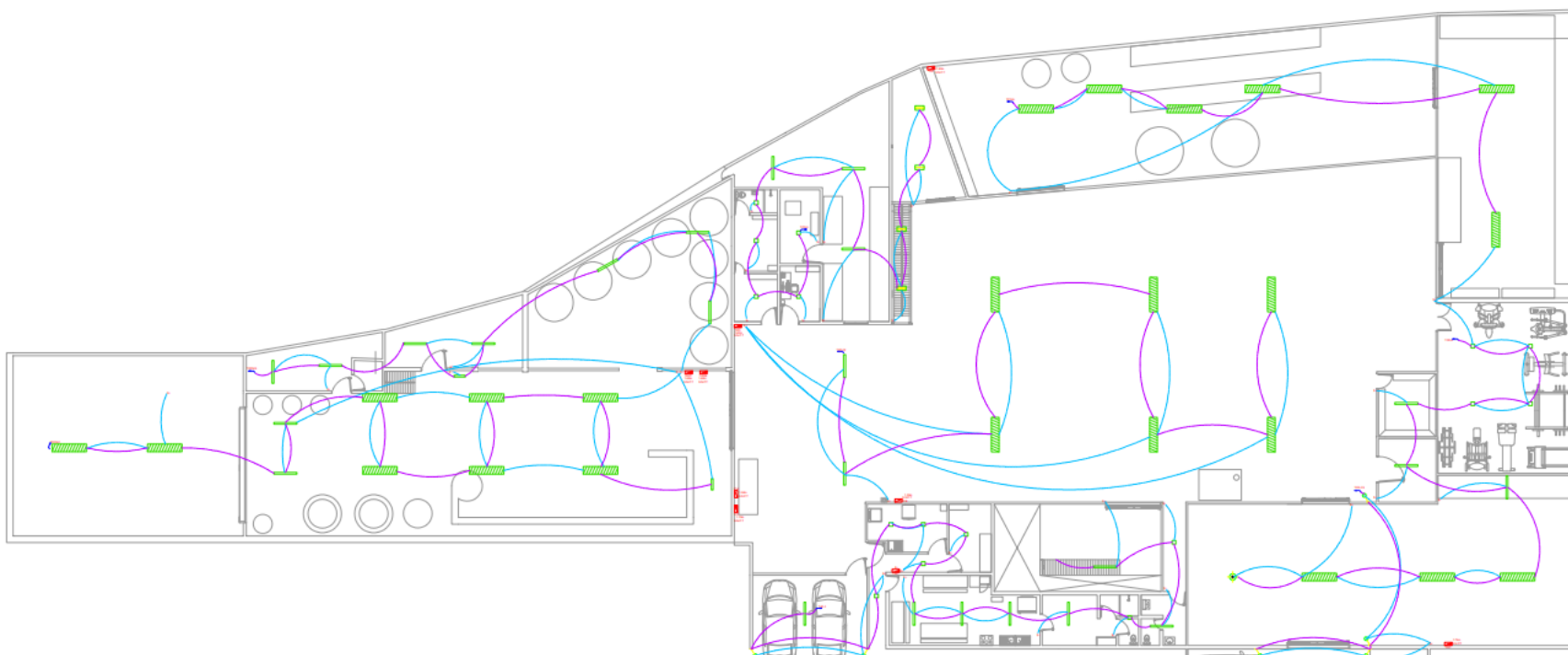


Figura 98: Diseño Propuesto Luminarias Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas fucsias significan la alimentación eléctrica mientras que las celestes el control por apagadores.

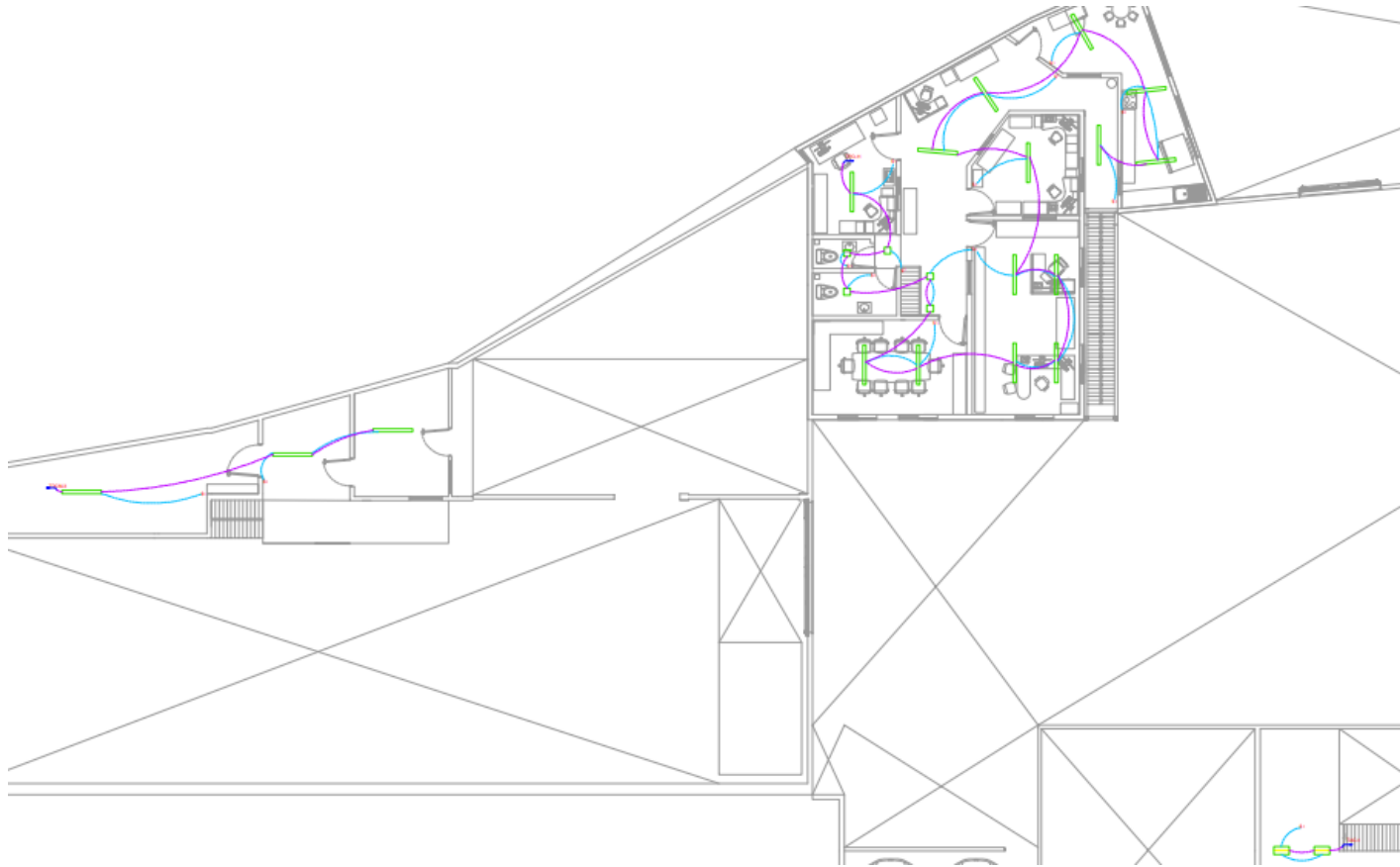


Figura 99: Diseño Propuesto Luminarias Segundo Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas fucsias significan la alimentación eléctrica mientras que las celestes el control por apagadores.

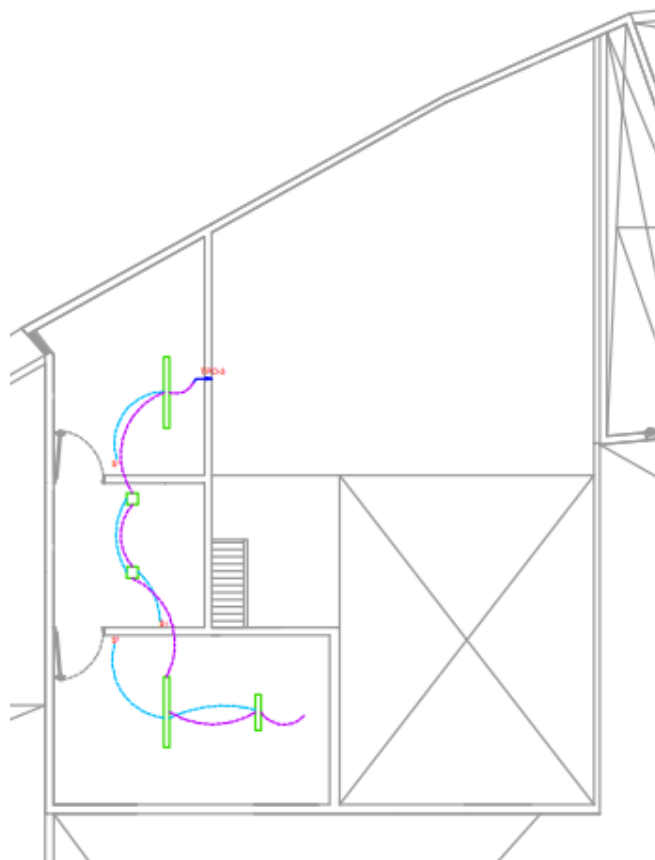


Figura 100: Diseño Propuesto Luminarias Tercer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota: Las líneas fucsias significan la alimentación eléctrica mientras que las celestes el control por apagadores.

9.3. Tableros o Centros de Cargas para los Diseños Propuestos

DETALLES DEL TABLERO												TABLERO PRINCIPAL 1 TP1 (Antiguo TA)																											
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO						ANCLADO						ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																											
CAPACIDAD EN BARRAS						600A						VOLTAJE			240/480			CONDUCTORES AWG																					
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL						N/A						FASES			3			FASES																					
MARCA						Cutler Hammer-Eaton						# DE HILOS			5			NEUTRO																					
ESPACIOS						24						CAIDA VOLTAJE			0,17%			TIERRA																					
												CONDUIT			38																								
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión														
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos					W	VA					Polos	Amp	Fase	long	Neutro	Tierra																
0,04%	25	6	2/0	8,46	2/0	125	3 AFCl	129,28	480	1	TDCT	62054,4	19680	2	480	41,00	3 AFCl	100	4	1,00	4	6	13	0,04%															
										2																													
										3																													
										4																													
										5																													
0,31%	13	8	8	8,85	8	70	3 AFCl	50,13	480	6	Interruptor B-TAC	24062,4		7																									
										7																													
										8																													
										9																													
										10																													
0,11%	13	10	6	13,57	6	70	3 AFCl	16,20	480	11	Panel Bomba de Succión	7776	48753,6	12	240	203,1	2 AFCl	225	1/0	9,91	1/0	4	25	0,40%															
										12																													
										13																													
										14																													
										15																													
0,54%	13	8	8	36,71	8	40	3 AFCl	30,29	480	16	TCD	14539,2	1800	18	120	15,00	1 GFCI	30	12	25,18	12	12	13	1,82%															
										17																													
										18																													
										19																													
										20																													
										21																													
										22																													
										23																													
										24																													
												CORRIENTE		537,54																									
Carga Total Instalada W												108432		70233,6		Carga Total Instalada W																							
Carga de Demanda VA												288000,0				Carga de Demanda VA																							
												DE DEMANDA		62,04%																									

Figura 101: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TP1

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO												TABLERO DESTILERÍA CENTROAMERICANA TRIFÁSICO TDCT (Antiguo TC)																											
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO						ANCLADO						ACOMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN																											
CAPACIDAD EN BARRAS						225A						VOLTAJE			240/480			CONDUCTORES AWG																					
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL						N/A						FASES			3			FASES																					
MARCA						Eaton-Cutler Hammer						# DE HILOS			5			NEUTRO																					
ESPACIOS						36						CAIDA VOLTAJE			0,04%			TIERRA																					
												CONDUIT			51																								
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión														
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos					W	VA					Polos	Amp	Fase	long	Neutro	Tierra																
0,24%	13	14	12	4,50	12	30	3 Polos AFCl	6,37	480	1	Envasadora->Motor 1->Motor 2 fuera de servicio->Motor->Motor 4-> Fuera de Servicio-> Bomba de retorno	3057,6	724,8	2	480	1,51	3 Polos AFCl	20	12	14,30	12	14	13,00	0,07															
										2																													
										3																													
										4																													
										5																													
0,09%	13	10	12	14,70	12	20	2 Polos AFCl	1,15	240	6	Túnel Producción y Motor 7	276		7																									
										7																													
										8																													
										9																													
										10																													
-	13	10	8	19,84	8	40	2 Polos AFCl	-	240	11	Tomacorriente 220V 1	7015,2		12	240	29,23	2 Polos AFCl	50	8	0,30	8	10	51	0,94%															
										12																													
										13																													
										14																													
										15																													
-	13	10	8	19,84	8	40	2 Polos AFCl	-	240	16	Tomacorriente 220V 4 para bomba	588		18	240	2,45	2 Polos AFCl	40	8	0,30	8	10	13	-															
										17																													
										18																													
										19																													
										20																													
0,96	13	12	10	5	10	40	2 Polos AFCl	5,40	240	21	Sistema de Frío	1296	10104	22	480	21,05	3 Polos AFCl	30	10	23,32	10	12	TSJ	0,13%															
										22																													
										23																													
										24																													
										25																													
-	13	10	8	20,13	8	40	2 Polos AFCl	-	240	26	Tomacorriente 220V 2	10104		27	480	21,05	3 Polos AFCl	30	10	23,32	10	12	TSJ	0,13%															
										27																													
										28																													
										29																													
										30																													
-	13	10	8	24,32	8	40	2 Polos AFCl	-	240	31	Tomacorriente 220V 3	480		32	240	2	2 Polos AFCl	20	12	21,18	12	12	13	0,20%															
										32																													
										33																													
										34																													
										35																													
												CORRIENTE		129,28																									
Carga Total Instalada W												4629,6		29016		Carga Total Instalada W																							
Carga de Demanda VA												108000,0				Carga de Demanda VA																							
												DE DEMANDA		31,15%																									

Figura 102: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TDCT

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO														TABLERO ÁREAS COMUNES TAC (Antiguo TH)																											
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO										CAPACIDAD EN BARRAS 125A				CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 100A				MARCA Eaton-Cutler Hammer				ESPACIOS 24																			
														VOLTAJE 240/480				FASES 3				# DE HILOS 5				CAIDA VOLTAJE 0,31%				COMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN				CONDUCTORES AWG 8				FASES NEUTRO TIERRA CONDUIT 8 10 35			
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión																
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos					A	Polos					Amp	Fase	long	Neutro	Tierra																			
1,79%	13	12	10	23,07	10	15	1 AFCl	11,95	120	1	Iluminación Cocina-C comedor 2- Lavandería-Casilleros-Baño Principal - Bodega 3	1434	1080	2	120	9,0	1 GFCl	20	12	24,49	12	12	13	2,42%																	
										3				4																											
										5				6	120	0,1	1 AFCl	15	12	1,15	12	12	13	0,02%																	
										7				8																											
1,94%	13	12	10	19,87	10	20	1 AFCl	15	120	9	Tomacorrientes Generales Lavandería, Ventidor 2, Comedor-Cocina 2	1800	24	10	240	0,1	2 GFCl	40	8	6,70	8	10	13	1,03%																	
														12																											
0,54%	32	8	8	28,51	8	70	3 AFCl	30,69	480	11	TCD	14731,2	2880	14	240	12	2 AFCl	40	8	3,43	8	10	13	0,89%																	
														16																											
														18																											
														20																											
														21																											
														22																											
														23																											
														24																											
														CORRIENTE DE DEMANDA				91,51																							
Carga Total Instalada W														17965,2				3996				Carga Total Instalada W				73,20%															
Carga de Demanda VA														30000,0				Carga de Demanda VA																							

Figura 105: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TAC

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

DETALLES DEL TABLERO														TABLERO CARGA Y DESCARGA TCD (Antiguo TI)																											
TIPO DE MONTAJE DE TABLERO ANCLADO										CAPACIDAD EN BARRAS 125A				CON INTERRUPTOR PRINCIPAL N/A				MARCA Eaton-Cutler Hammer				ESPACIOS 24																			
														VOLTAJE 240/480				FASES 2				# DE HILOS 4				CAIDA VOLTAJE 0,54%				COMETIDA CONDUCTORES COBRE AISLAMIENTO THHN				CONDUCTORES AWG 8				FASES NEUTRO TIERRA CONDUIT 8 8 32			
Caída de tensión	Conduit mm	CONDUCTORES				Protección		Corriente A	Voltaje V	Circuito #	Designación	Potencia en W		Designación	Circuito #	Voltaje V	Corriente A	Protección		CONDUCTORES				Conduit mm	Caída de tensión																
		Tierra	Neutro	long	Fase	Amp	Polos					A	Polos					Amp	Fase	long	Neutro	Tierra																			
0,41%	13	8	10	8,21	10	20	2 AFCl	1,10	240	1	Sensores de Luz	264		2																											
										3				4																											
0,15%	13	8	12	19,67	12	20	1 AFCl	5	120	5	Tomacorrientes Gimnasio	600	1104	6	120	9,20	1 AFCl	20	12	9,29	12	8	13	0,16%																	
										7				8																											
										9				10																											
										11				12																											
										13				14	240	5,70	2 AFCl	10	8	27,37	8	10	13	1,23%																	
0,98%	19	8	8	10,36	8	20	3 AFCl	4	480	15	Bomba Caldera	1680		16																											
										17				18																											
										19				20																											
										21				22																											
										23				24																											
														CORRIENTE DE DEMANDA				30,29																							
Carga Total Instalada KW														2544,0				2472				Carga Total Instalada KW				8,36%															
Carga de Demanda KVA														60000,0				Carga de Demanda KVA																							

Figura 106: Distribución de Circuitos Diseñados del Tablero TCD

Fuente: Elaboración Propia en Excel.

9.4. Diseño Propuesto Sistema de Detección y Supresión de Incendios

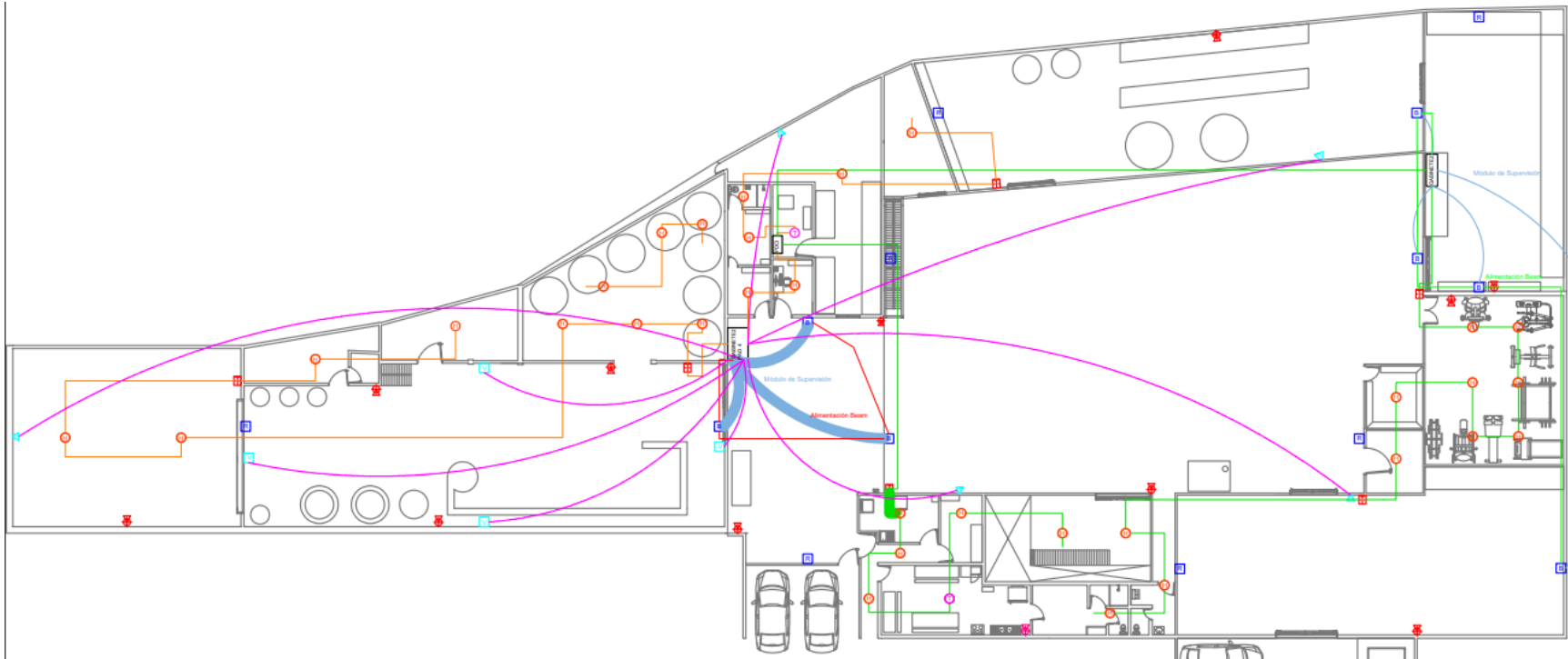


Figura 107: Diseño Sistema Contra Incendios Primer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota 1: Las líneas fucsias significan la señal a los sistemas de notificación

Nota 2: Las líneas anaranjadas significan el lazo de comunicación entre sensores de humo o temperatura al panel para el Gabinete 1

Nota 3: Las líneas verdes significan el lazo de comunicación entre sensores de humo o temperatura al panel para el Gabinete 2.

Nota 4: Las líneas azules significan la conexión que existe entre cada gabinete a sus respectivos sensores de humo por haz de luces “Beam”.

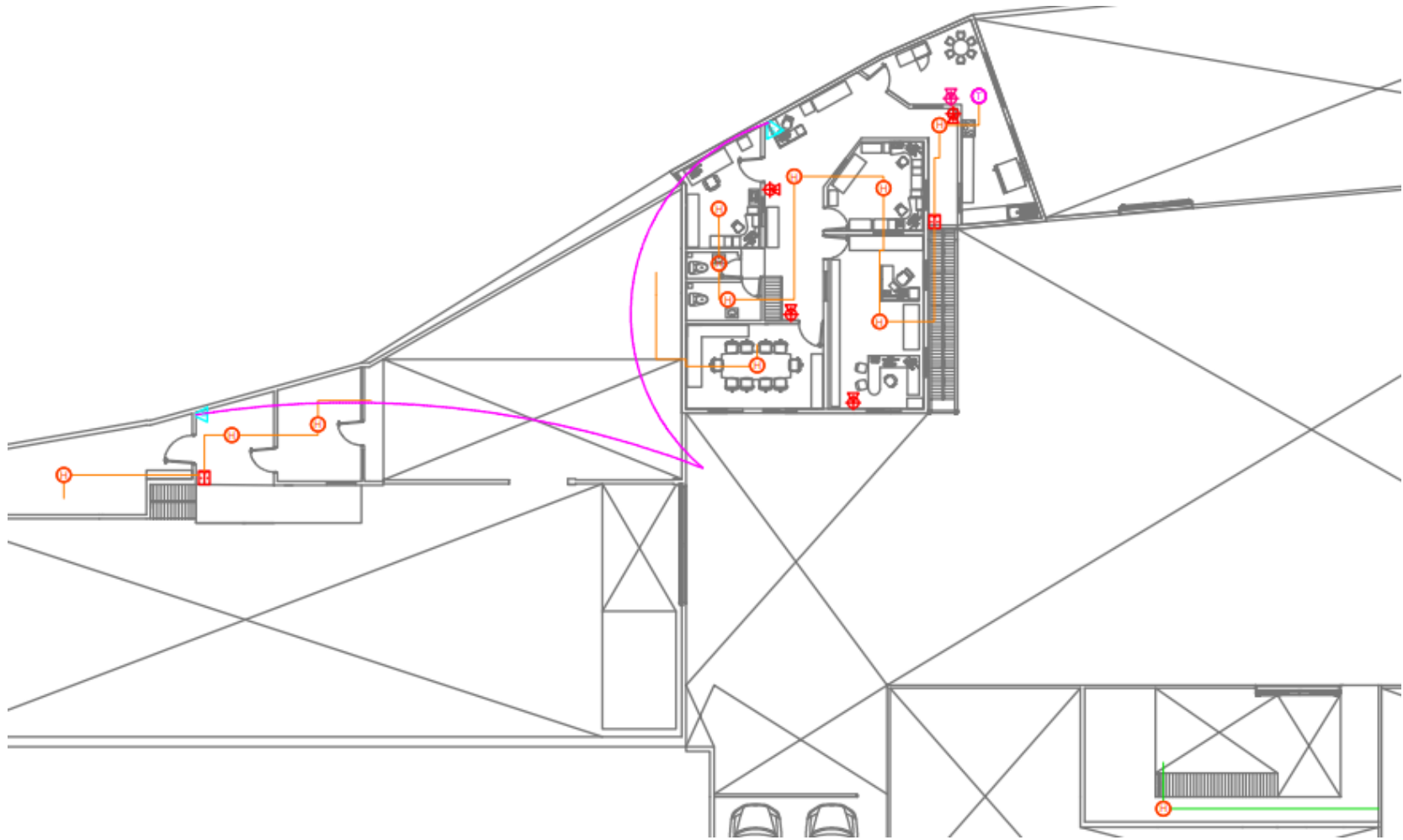


Figura 108: Diseño Sistema Contra Incendios Segundo Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota 1: Las líneas fucsias significan la señal a los sistemas de notificación

Nota 2: Las líneas anaranjadas significan el lazo de comunicación entre sensores de humo o temperatura al panel para el Gabinete 1.

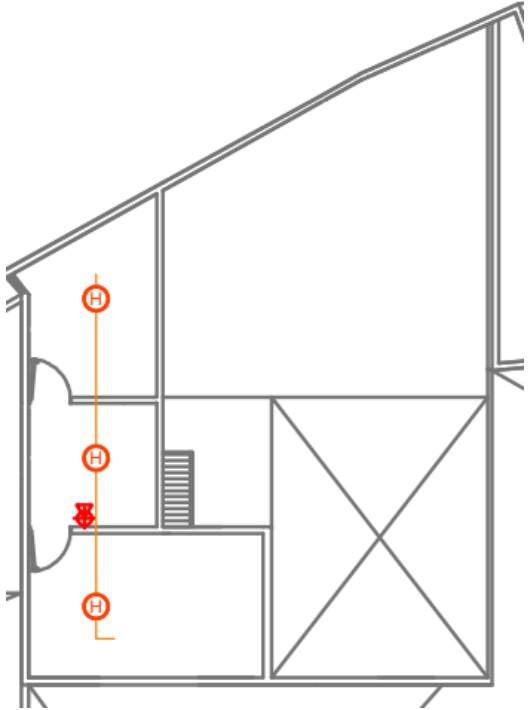


Figura 109: Diseño Sistema Contra Incendios Tercer Nivel La Nacional S.A

Fuente: *Elaboración Propia en AutoCAD.*

Nota 1: La figura roja corresponde al símbolo de un extintor de tipo A-B-C.

Nota 2: Las líneas anaranjadas significan el lazo de comunicación entre sensores de humo o temperatura al panel para el Gabinete 1.

Anexos

1. Formulario Condiciones Actuales CFIA.

Informe de la Condición de la Instalación
Versión: 01

1. Datos generales

Nombre del establecimiento
La Nacional S.A

Propietario del establecimiento
Guiselle Patricia Cruz Navarro

Teléfono del establecimiento
22451313

Correo electrónico del establecimiento
pcruz@lanacional.co.cr

Cédula Jurídica
3-101-003518

Razón Social

N° de Catastro

Tipo de Actividad (Ocupación)
Distribución y Producción de Vinos

Tipo de Uso Residencial Comercial Industrial Otros

Representante Legal
Guiselle Patricia Cruz Navarro

Cédula de Identidad
1-0901-0112

Figura 4: Datos Generales Condición Instalación
Fuente: *Informe CFIA*

Informe de la Condición de la Instalación
Versión: 01

El profesional responsable de la verificación, con base en la normativa vigente, determina el resultado de la verificación de la instalación eléctrica de acuerdo con los siguientes aspectos mínimos.

ID

1. Datos generales

Tipo de construcción: Residencial Comercial Industrial Otros


2. Documentación

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
2.1	Se cuenta con planos actualizados de la instalación eléctrica			✓	No existen
2.2	Documentación adicional como memorias de cálculo, especificaciones, manuales, etc.	✓			


3. Transformadores Principales

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
3.1	¿La placa de datos se encuentra en su lugar y tiene los datos completos y visibles?			✓	No existe rotulación ni diagramas de tableros
3.2	¿El transformador, componentes y conexiones están debidamente rotulados?			✓	
3.3	¿El estado físico del transformador es el adecuado, no presenta evidencia fugas, corrosión o daño físico?	✓			
3.4	¿El transformador cumple con los requisitos de instalación establecidos en la normativa técnica?	✓			

Figura 5: Documentación Condición Instalación
Fuente: *Informe CFIA*

 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
4. Sistema de puesta a tierra					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
4.1	¿El sistema de puesta a tierra cumple con los requisitos de instalación establecidos en la normativa técnica?			✓	
4.2	¿El estado físico del sistema de puesta a tierra es el adecuado? (no presenta evidencia de daño físico, corrosión o falso contacto)		✓		
4.3	¿Los registros cumplen con las dimensiones y requerimientos constructivos y buen estado de conservación?			✓	
4.4	¿Cumple la medición de la puesta a tierra con el rango aceptable para este tipo de instalación?	✓			
4.5	¿Se cumple con que la intensidad de corriente en el conductor de puesta a tierra sea cero en cada conductor?			✓	
4.6	¿Se presenta continuidad entre los conductores de tierras y conexiones equipotenciales?			✓	
5. Sistema Contra Descargas Atmosféricas Directas					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
5.1	¿Cumple la edificación con el requerimiento de contar con un sistema contra descargas atmosféricas? De no requerirse pasar al punto 6	✓			
5.2	¿Las condiciones, conexión y el estado de la instalación cumplen los requisitos?				
5.3	¿Cumple la malla de tierras con los valores requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de descargas atmosféricas instalado?				

**Figura 6: Sistema de Puesta a Tierra y contra Descargas
Condición Instalación**
Fuente: Informe CFIA

 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
6. Espacios físicos para los equipos y cuartos eléctricos					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
6.1	¿Se cumplen con los volúmenes de espacio de trabajo y espacios dedicados a equipos eléctricos?		✓		
6.2	¿Se cumplen los requisitos de accesos e iluminación para los cuartos eléctricos?	✓			
7. Transformadores de Baja Tensión					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
7.1	¿La placa de datos se encuentra en su lugar y tiene los datos completos y visibles?	✓			
7.2	¿El transformador, componentes y conexiones están debidamente rotulados?	✓			
7.3	¿El estado físico del transformador es el adecuado, no presenta evidencia de corrosión o daño físico?	✓			
7.4	¿Cumple con los requisitos de montaje y ventilación?	✓			
7.5	¿El transformador cuenta con las protecciones y cables alimentadores adecuados?	✓			

**Figura 7: Espacios Físicos y Cuarto Eléctrico Condición
Instalación**
Fuente: Informe CFIA


 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
8. Tableros y Protecciones					
N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
8.1	¿Las placas de datos del tablero se encuentra en su lugar y tienen los datos completos y visibles?			✓	
8.2	¿Cumple la rotulación del tablero con la información necesaria y suficiente para su operación segura?			✓	
8.3	¿El estado físico exterior del tablero se encuentra en condiciones óptimas de seguridad y su correcta operación para las personas?		✓		
8.4	¿El estado físico interno de los componentes del tablero se encuentran en condiciones óptimas de seguridad y su correcta operación para las personas?		✓		
8.5	¿Cumple con los requisitos de montaje y ubicación?		✓		
8.6	¿Están los circuitos y tuberías correctamente identificados y rotulados?			✓	
8.7	¿Se cumple con el requisito de protección por falla a tierra en la instalación?		✓		
8.8	¿Se cumple con el requisito de instalar interruptores con protección de falla a tierra (GFCIs) en zonas húmedas?		✓		
8.9	¿Los interruptores cumplen con la capacidad nominal de acuerdo a los cables? ¿Es coincidente con la carga?		✓		
8.10	¿Se cumple con los requisitos de coordinación de protecciones?	✓			
8.11	¿Se presenta continuidad eléctrica entre la barra de neutro y la barra de tierra?		✓		

Figura 8: Tableros y Protecciones Condición Instalación
Fuente: Informe CFIA


 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
9. Conductores					
N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
9.1	¿Se encuentran los conductores en buen estado de conservación?		✓		
9.2	¿Existe rotulación para la identificación de conductores de fases, neutro y de tierras, clara y evidente?			✓	
9.3	¿Cumple la medición de resistencia de aislamiento de bajo voltaje en los de conductores de alimentadores y subalimentadores?	✓			
9.4	¿Los conductores están dimensionados de acuerdo a la carga?			✓	
9.5	¿Están estas extensiones siendo utilizadas de manera correcta?	✓			
10. Canalizaciones, Cajas de Registro Y de Conexiones					
N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
10.1	¿Cumplen los requisitos de accesibilidad y conservación las canalizaciones y registros de la instalación?		✓		
10.2	¿Están los soportes instalados y conservados de manera correcta?		✓		
10.3	¿Están las canalizaciones, conexiones y cajas de registro protegidas de daños mecánicos en los pasos de muros y suelos?	✓			
10.4	¿Cumplen las canalizaciones, cajas de registro y conexiones los requerimientos de dimensionamiento y llenado?	✓			
10.5	¿Cuentan con terminaciones adecuadas en las cajas de distribución?	✓			

Figura 9: Conductores Condición Instalación
Fuente: Informe CFIA

 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
11. Receptáculos y apagadores					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
11.1	¿Las condiciones y el estado de la instalación cumple los requisitos?		✓		
11.2	¿El montaje de los accesorios eléctricos permite su operación de manera segura?		✓		
11.3	¿Corresponden los accesorios eléctricos al uso final que se les está dando?		✓		
12. Motores					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
12.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?		✓		
12.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?		✓		
12.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		
12.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
12.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		

Figura 10: Receptáculos, Apagadores y Motores Condición Instalación
Fuente: Informe CFIA


 Informe de la Condición de la Instalación <small>Versión: 01</small>					
13. UPS					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
13.1	¿Está la placa de datos disponible y legible en el equipo?	✓			
13.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?	✓			
13.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?				
13.4	¿Es el montaje y ventilación segura?	✓			
13.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?	✓			
14. Equipos de aire acondicionado y ventilación					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
14.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?		✓		
14.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?		✓		
14.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		
14.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
14.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		

Figura 11: UPS y Equipos de AC y Ventilación Condición Instalación
Fuente: Informe CFIA



Informe de la Condición de la Instalación
Versión: 01

15. Generador de emergencia					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
15.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?	✓			
15.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?	✓			
15.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?	✓			
15.4	¿Es el montaje y ventilación segura?	✓			
15.5	Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?	✓			
15.5	¿Cuenta con un sistema de corte automático de alimentación de combustible?	✓			
16. Sistemas de emergencia					
Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
16.1	¿La instalación requiere de un sistema de detección de incendios? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?			✓	
16.2	¿La instalación requiere de un sistema de iluminación de emergencia? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?			✓	
16.3	¿La instalación requiere de un sistema de rótulos de salida? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?			✓	

Figura 12: Generador y Sistemas de Emergencia Condición Instalación

Fuente: Informe CFIA

2. Condiciones Actuales de la Instalación



Figura 15: Tomacorriente expuesto
Fuente: *La Nacional S.A*



Figura 16: Tablero sin conexión a tierra
Fuente: *La Nacional S.A*



Figura 17: Bombilla expuesta
Fuente: La Nacional S.A



Figura 18: Caja expuesta con unión de cables para alimentación del motor del portón eléctrico
Fuente: La Nacional S.A

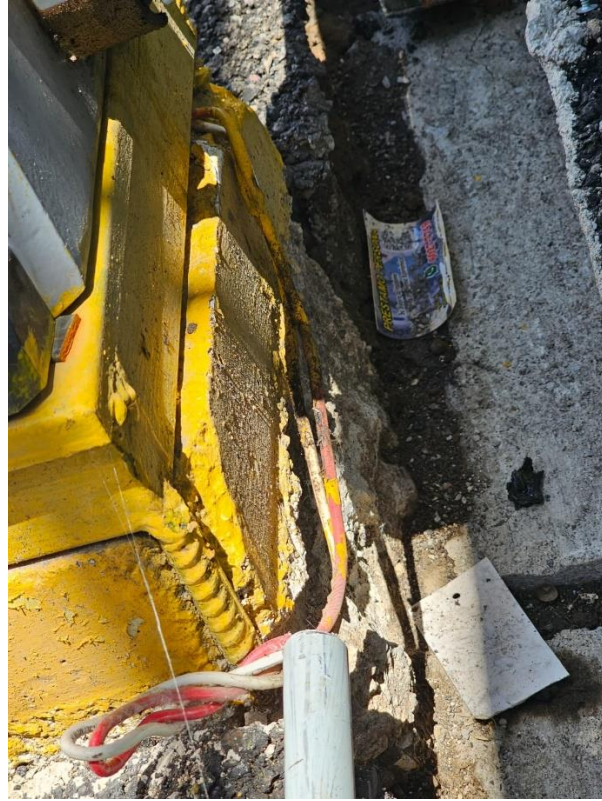


Figura 19: Conexión a motor eléctrico con calibre de cable no adecuado
Fuente: *La Nacional S.A*

3. Tablas y Figuras del NEC 2014 para Rediseño Eléctrico

3.1. Tablas 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C

Tabla 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C (86°F)

Para temperaturas ambientes distintas a 30°C (86°F), multiplique las ampacidades permisibles especificadas en las tablas de ampacidad por el factor de corrección apropiado mostrado a continuación.

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura nominal del conductor			Temperatura ambiente (°F)
	60°C	75°C	90°C	
10 o menos	1.29	1.20	1.15	50 o menos
11–15	1.22	1.15	1.12	51–59
16–20	1.15	1.11	1.08	60–68
21–25	1.08	1.05	1.04	69–77
26–30	1.00	1.00	1.00	78–86
31–35	0.91	0.94	0.96	87–95
36–40	0.82	0.88	0.91	96–104
41–45	0.71	0.82	0.87	105–113
46–50	0.58	0.75	0.82	114–122
51–55	0.41	0.67	0.76	123–131
56–60	—	0.58	0.71	132–140
61–65	—	0.47	0.65	141–149
66–70	—	0.33	0.58	150–158
71–75	—	—	0.50	159–167
76–80	—	—	0.41	168–176
81–85	—	—	0.29	177–185

Figura 35: Tabla 310.15(B)(2)(a)

Fuente: NEC 2014

3.2.Tabla 310.15(B)(16): Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)*

Tabla 310.15(B)(16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F) ^a.

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Ver Tabla 310.104(A).]						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18**	—	—	14	—	—	—	—
16**	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	350	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	315	375	425	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	445	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	525	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	555	665	750	470	560	630	2000

*Ver sección 310.15(B) (2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es distinta a 30° C (86° F)

**Ver sección 240.4(D) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Figura 36: Tabla 310.15(B)(16)

Fuente: NEC 2014

3.3. Capítulo 9 Tabla 1: Porcentaje de sección transversal de conductos y tuberías para conductores y cables

Tabla 1 Porcentaje de sección transversal de conductos y tuberías para conductores y cables

Cantidad de conductores y/o cables	Área transversal (%)
1	53
2	31
Más de 2	40

Figura 37: Tabla 1 Capítulo 9
Fuente: NEC 2014

3.4. Capítulo 9 Tabla 5: Dimensiones de conductores aislados y de cables de artefactos

Tabla 5 Dimensiones de conductores aislados y de cables de artefactos

Tipo	Calibre (AWG o kcmil)	Área aproximada		Diámetro aproximado	
		mm ²	pulg. ²	mm	pulg.
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RFHH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF					
RFH-2, FFH-2, RFHH-2	18	9.355	0.0145	3.454	0.136
	16	11.10	0.0172	3.759	0.148
RHH, RHW, RHW-2	14	18.90	0.0293	4.902	0.193
	12	22.77	0.0353	5.385	0.212
	10	28.19	0.0437	5.994	0.236
	8	53.87	0.0835	8.280	0.326
	6	67.16	0.1041	9.246	0.364
	4	86.00	0.1333	10.46	0.412
	3	98.13	0.1521	11.18	0.440
	2	112.9	0.1750	11.99	0.472
	1	171.6	0.2660	14.78	0.582
	1/0	196.1	0.3039	15.80	0.622
	2/0	226.1	0.3505	16.97	0.668
	3/0	262.7	0.4072	18.29	0.720
	4/0	306.7	0.4754	19.76	0.778
	250	405.9	0.6291	22.73	0.895
	300	457.3	0.7088	24.13	0.950
350	507.7	0.7870	25.43	1.001	
400	556.5	0.8626	26.62	1.048	
500	650.5	1.0082	28.78	1.133	
600	782.9	1.2135	31.57	1.243	
700	874.9	1.3561	33.38	1.314	
750	920.8	1.4272	34.24	1.348	
800	965.0	1.4957	35.05	1.380	
900	1057	1.6377	36.68	1.444	
1000	1143	1.7719	38.15	1.502	
1250	1515	2.3479	43.92	1.729	
1500	1738	2.6938	47.04	1.852	
1750	1959	3.0357	49.94	1.966	
2000	2175	3.3719	52.63	2.072	

Figura 38: Tabla 5 Capítulo 9
Fuente: NEC 2014

3.5. Tabla 250.122: Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conducto, etc., sin exceder (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	750
5000	700	1200
6000	800	1200

Nota: Cuando sea necesario cumplir con la sección 250.4(A)(5) o (B) (4), el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser dimensionado con un calibre mayor que el dado en esta Tabla.

*Véanse las restricciones de instalación en la sección 250.120.

Figura 39: Tabla 250.122

Fuente: NEC 2014

3.6. Capítulo 9, Tabla 4: Dimensiones y área porcentual de conductos y tuberías (áreas de conductos o tuberías para las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)

CAPÍTULO 9

TABLAS

Tabla 4 Dimensiones y área porcentual de conductos y tuberías (áreas de conductos o tuberías para las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)

Artículo 358 — Tubería metálica eléctrica (EMT)													
Designador métrico	Tamaño comercial	Más de 2 cables 40%		60%		1 cable 53%		2 cables 31%		Diámetro interno nominal		Área total 100%	
		mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm ²	pulg. ²	mm	pulg.	mm ²	pulg. ²
16	½	78	0.122	118	0.182	104	0.161	61	0.094	15.8	0.622	196	0.304
21	¾	137	0.213	206	0.320	182	0.283	106	0.165	20.9	0.824	343	0.533
27	1	222	0.346	333	0.519	295	0.458	172	0.268	26.6	1.049	556	0.864
35	1¼	387	0.598	581	0.897	513	0.793	300	0.464	35.1	1.380	968	1.496
41	1½	526	0.814	788	1.221	696	1.079	407	0.631	40.9	1.610	1314	2.036
53	2	866	1.342	1299	2.013	1147	1.778	671	1.040	52.5	2.067	2165	3.356
63	2½	1513	2.343	2270	3.515	2005	3.105	1173	1.816	69.4	2.731	3783	5.858
78	3	2280	3.538	3421	5.307	3022	4.688	1767	2.742	85.2	3.356	5701	8.846
91	3½	2980	4.618	4471	6.927	3949	6.119	2310	3.579	97.4	3.834	7451	11.545
103	4	3808	5.901	5712	8.852	5046	7.819	2951	4.573	110.1	4.334	9521	14.753

Figura 40: Tabla 4 Capítulo 9

Fuente: NEC 2014

3.7. Tabla 220.54: Factores de demanda para secadoras eléctricas domésticas de ropa

Tabla 220.54 Factores de demanda para secadoras eléctricas domésticas de ropa.

Número de secadoras	Factor de demanda (%)
1-4	100
5	85
6	75
7	65
8	60
9	55
10	50
11	47
12-23	47% menos 1% por cada secadora que exceda el número de 11
24-42	35% menos 0.5% por cada secadora que exceda el número de 23.
43 y más	25%

Figura 41: Tabla 220.54

Fuente: NEC 2014

3.8. Tabla 430.52: Valor nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos ramales de motores

Tabla 430.52 Valor nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos ramales de motores

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente de plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible de elemento dual (de acción retardada) ¹	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de c.a. distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla — diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Síncronicos ³	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Nota: Para algunas excepciones a los valores especificados, véanse la sección 430.54.

¹Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

²Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los ruptores de circuito de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en la sección 430.52(C)(1), excepción No. 1 y No. 2.

³Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los ruptores de circuito sea mayor al 200% de la corriente de plena carga.

Figura 42: Tabla 430.52

Fuente: NEC 2014

3.9. Tabla 310.15(B)(17): Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre basadas en una temperatura ambiente de 30°C (86°F).

310.60

ARTÍCULO 310 — CONDUCTORES PARA CABLEADO EN GENERAL

Tabla 310.15(B)(17) (antes Tabla 310.17) Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30°C (86°F)*.

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Ver la Tabla 310.104(A).]						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW	Tipos TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18	—	—	18	—	—	—	—
16	—	—	24	—	—	—	—
14**	25	30	35	—	—	—	—
12**	30	35	40	25	30	35	12**
10**	40	50	55	35	40	45	10**
8	60	70	80	45	55	60	8
6	80	95	105	60	75	85	6
4	105	125	140	80	100	115	4
3	120	145	165	95	115	130	3
2	140	170	190	110	135	150	2
1	165	195	220	130	155	175	1
1/0	195	230	260	150	180	205	1/0
2/0	225	265	300	175	210	235	2/0
3/0	260	310	350	200	240	270	3/0
4/0	300	360	405	235	280	315	4/0
250	340	405	455	265	315	355	250
300	375	445	500	290	350	395	300
350	420	505	570	330	395	445	350
400	455	545	615	355	425	480	400
500	515	620	700	405	485	545	500
600	575	690	780	455	545	615	600
700	630	755	850	500	595	670	700
750	655	785	885	515	620	700	750
800	680	815	920	535	645	725	800
900	730	870	980	580	700	790	900
1000	780	935	1055	625	750	845	1000
1250	890	1065	1200	710	855	965	1250
1500	980	1175	1325	795	950	1070	1500
1750	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
2000	1155	1385	1560	960	1150	1295	2000

*Ver sección 310.15(B)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es distinta a 30°C (86°F)

** Ver sección 240.4(D) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Figura 43: Tabla 310.15(B)(17)

Fuente: NEC 2014

3.10. Tabla 250.66: Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tabla 250.66 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del mayor conductor no puesto a tierra de entrada de la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a (AWG/kcmil)		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG/kcmil)	
Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre ^b
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 o 1/0	2/0 o 3/0	6	4
2/0 o 3/0	4/0 o 250	4	2
Más de 3/0 hasta 350	Más de 250 hasta 500	2	1/0
Más de 350 hasta 600	Más de 500 hasta 900	1/0	3/0
Más de 600 hasta 1100	Más de 900 hasta 1750	2/0	4/0
Más de 1100	Más de 1750	3/0	250

Figura 44: Tabla 250.66

Fuente: NEC 2014

3.11. Capítulo 9 Tabla 9: Resistencia y Reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75° C (167°F)-Tres conductores individuales en un conducto

CAPÍTULO 9

TABLAS

Tabla 9 Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75°C (167°F) — Tres conductores individuales en un conducto

Cálbre (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro															Cálbre (AWG o kcmil)
	Ohms al neutro por 1000 pies															
	X_L (Reactancia) para dos los alambres		Resistencia en corriente alterna para alambres de cobre sin recubrir			Resistencia en corriente alterna para alambres de aluminio			Z eficaz a 0.85 PF para alambres de cobre sin recubrir			Z eficaz a 0.85 PF para alambres de aluminio				
Conductos de PVC o Aluminio	Conducto de acero	Conducto de PVC	Conducto de aluminio	Conducto de acero	Conducto de PVC	Conducto de aluminio	Conducto de acero	Conducto de PVC	Conducto de aluminio	Conducto de acero	Conducto de PVC	Conducto de aluminio	Conducto de acero	Conducto de PVC		
14	0.190 0.058	0.240 0.073	10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	— —	— —	— —	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	— —	— —	— —	14	
12	0.177 0.054	0.223 0.068	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12	
10	0.164 0.050	0.207 0.063	3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10	
8	0.171 0.052	0.213 0.065	2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8	
6	0.167 0.051	0.210 0.064	1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6	
4	0.157 0.048	0.197 0.060	1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4	
3	0.154 0.047	0.194 0.059	0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.40	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3	
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.66 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2	
1	0.151 0.046	0.187 0.057	0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.25	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1	
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055	0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0	
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054	0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0	
3/0	0.138 0.042	0.171 0.052	0.253 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.302 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0	
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051	0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	4/0	
250	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.177 0.054	0.279 0.085	0.295 0.090	0.282 0.086	0.217 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.094	0.322 0.098	0.33 0.10	250	
300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300	
350	0.131 0.040	0.164 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.128 0.039	0.200 0.061	0.217 0.066	0.207 0.063	0.174 0.053	0.190 0.058	0.197 0.060	0.240 0.073	0.253 0.077	0.262 0.080	350	
400	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.035	0.177 0.054	0.194 0.059	0.180 0.055	0.161 0.049	0.174 0.053	0.184 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.073	400	
500	0.128 0.039	0.157 0.048	0.089 0.027	0.105 0.032	0.095 0.029	0.141 0.043	0.157 0.048	0.148 0.045	0.141 0.043	0.157 0.048	0.164 0.050	0.187 0.057	0.200 0.061	0.210 0.064	500	
600	0.128 0.039	0.157 0.048	0.075 0.023	0.092 0.028	0.082 0.025	0.118 0.036	0.135 0.041	0.125 0.038	0.131 0.040	0.144 0.044	0.154 0.047	0.167 0.051	0.180 0.055	0.190 0.058	600	
750	0.125 0.038	0.157 0.048	0.062 0.019	0.079 0.024	0.069 0.021	0.095 0.029	0.112 0.034	0.102 0.031	0.118 0.036	0.131 0.040	0.141 0.043	0.148 0.045	0.161 0.049	0.171 0.052	750	
1000	0.121 0.037	0.151 0.046	0.049 0.015	0.062 0.019	0.059 0.018	0.075 0.023	0.089 0.027	0.082 0.025	0.105 0.032	0.118 0.036	0.131 0.040	0.128 0.039	0.138 0.042	0.151 0.046	1000	

Notas:

- Estos valores se basan en las siguientes constantes: alambres del tipo RHH del UL con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conducto de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75°C (167°F) y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.
- Z Eficaz es definido como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (PF), del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y X_L dados en esta tabla, como sigue: $Z_e = R \times PF + X_L \sin[\arccos(PF)]$.

Figura 45: Tabla 9 Capítulo 9

Fuente: NEC 2014

4. Tablas del NEC 2014 para Análisis de Cortocircuito

4.1. Tabla 430.250: Corriente de plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Tabla 430.250 Corriente de plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas deben permitirse para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 1000 volts.

Caballos de fuerza	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado (Amperes)							Tipo sincrónico de factor de potencia unitario* (Amperes)			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7 1/2	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

Figura 66: Tabla 430.250

Fuente: NEC 2014

4.2. Tabla 430.251(B) Tabla de conversión de corriente polifásicas máximas de rotor bloqueado, de diseño B, C y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Tabla 430.251(B) Tabla de conversión de corrientes polifásicas máximas de rotor bloqueado, de diseño B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Para su uso solamente con las secciones 430.110, 440.12, 440.41 y 455.8(C).

Valor nominal en caballos de fuerza	Corriente máxima del motor con rotor bloqueado, en amperes, motores de dos fases y trifásicos de diseño B, C y D *					
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
½	40	23	22.1	20	10	8
¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
1	60	34.5	33	30	15	12
1½	80	46	44	40	20	16
2	100	57.5	55	50	25	20
3	—	73.6	71	64	32	25.6
5	—	105.8	102	92	46	36.8
7½	—	146	140	127	63.5	50.8
10	—	186.3	179	162	81	64.8
15	—	267	257	232	116	93
20	—	334	321	290	145	116
25	—	420	404	365	183	146
30	—	500	481	435	218	174
40	—	667	641	580	290	232
50	—	834	802	725	363	290
60	—	1001	962	870	435	348
75	—	1248	1200	1085	543	434
100	—	1668	1603	1450	725	580
125	—	2087	2007	1815	908	726
150	—	2496	2400	2170	1085	868
200	—	3335	3207	2900	1450	1160
250	—	—	—	—	1825	1460
300	—	—	—	—	2200	1760
350	—	—	—	—	2550	2040
400	—	—	—	—	2900	2320
450	—	—	—	—	3250	2600
500	—	—	—	—	3625	2900

* Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

Figura 67: Tabla 430.251(B)

Fuente: NEC 2014

5. Tablas y Figuras de la NFPA 72 2016

5.1. Tabla 17.6.3.5.1: Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso

Tabla 17.6.3.5.1 Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso

Altura del cielorraso mayor de (>)		Hasta e inclusive		Multiplicar espaciamiento listado por
En pies	En m	En pies	En m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

Figura 70: Tabla 17.6.3.5.1

Fuente: NFPA 72, 2016

5.2. Tabla 17.6.2.1: Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendio sensores de calor

Tabla 17.6.2.1 Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendio sensores de calor

Clasificación de temperatura	Rango de temperatura nominal		Máxima temperatura de cielorraso		Codificación por color
	°F	°C	°F	°C	
Baja*	100–134	39–57	80	28	Sin color
Normal	135–174	58–79	115	47	Sin color
Intermedia	175–249	80–121	155	69	Blanco
Elevada	250–324	122–162	230	111	Azul
Muy elevada	325–399	163–204	305	152	Rojo
Extra elevada	400–499	205–259	380	194	Verde
Ultra elevada	500–575	260–302	480	249	Naranja

*Solo para la instalación en áreas con ambientes controlados. Las unidades deben estar marcadas para indicar la máxima temperatura ambiental de instalación.

Figura 71: Tabla 17.6.2.1

Fuente: NFPA 72, 2016

5.3. Consideraciones 17.14.8.1-17.14.8.6

17.14.8 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben cumplir con lo establecido en 17.14.8.1 a 17.14.8.6

17.14.8.1 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben utilizarse solo con el propósito de activar alarmas de incendio.

17.14.8.2 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben instalarse de modo que sean claramente visibles, sin obstrucciones y accesibles

17.14.8.3* Excepto que se instalen en un entorno que impida el uso de pintura roja o plástico rojo, las estaciones manuales de alarma de incendio deben ser de color rojo.

17.14.8.4 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben estar ubicadas dentro de los 5 pies (1.5 m) de cada vano de puerta de salida de cada uno de los pisos.

17.14.8.5* Las estaciones manuales de alarma de incendio deben ser provistas de modo que la distancia de recorrido hasta la estación manual de alarma de incendio más cercana no exceda de 200 pies (61 m), medida horizontalmente en el mismo piso.

17.14.8.6 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben estar montadas sobre ambos lados de las aberturas agru-

Figura 72: Consideraciones 17.14.8.1-17.14.8.6

Fuente: NFPA 72, 2016

5.4. Tabla 18.5.5.4.1(a): Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes

Tabla 18.5.5.4.1(a) Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes

Tamaño máximo de la sala		Salida lumínica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]	
		Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por pared)
En pies	En m		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No aceptable

Figura 73: Tabla 18.5.5.4.1(a)

Fuente: NFPA 72, 2016

6. Tablas y Figuras de la NFPA 10 2018

6.1. Tabla 6.3.1.1: Tamaño y Colocación de extintores para riesgos clase B

Tabla 6.3.1.1 Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase B

Tipo de riesgo	Potencial de extinción mínimo	Distancia de recorrido máxima hasta los extintores	
		pies	m
Ligero	5-B	30	9.14
	10-B	50	15.25
Ordinario	10-B	30	9.14
	20-B	50	15.25
Extra	40-B	30	9.14
	80-B	50	15.25

Nota: Los potenciales de extinción especificados no implican que se producirán fuegos de las magnitudes indicadas por estos potenciales, sino, en cambio, que se proveen con el fin de otorgar a los operadores más tiempo y más agentes para el manejo de los complejos fuegos por derrames que podrían producirse.

Figura 74: Tabla 6.3.1.1

Fuente: NFPA 10, 2018

7. Fichas Técnicas SIEMENS para Sistemas Contra Incendios

7.1. Sensor de Humo OP921

SIEMENS
Ingenuity for life

Detectores y periféricos Cerberus® PRO

Detector de humo fotoeléctrico
[con **ISOtechnology™**]
Modelo OP921

Especificaciones para arquitectos e ingenieros

- Homologación UL 268 (7.ª edición)
- Tecnología integrada **ISOtechnology™**
- 252 dispositivos de aislación por SLC
- Cada detector se autodiagnostica:
 - autocontrol para la sensibilidad dentro de los límites de homologación UL;
 - diagnóstico cada 10 segundos
- Compatibilidad con modelo 8720/DPU (programador de dispositivos/comprobador de bucle)
- Insensibilidad a la polaridad gracias a la tecnología **SureWire™**
- Funcionamiento con las bases de montaje del modelo DB-11
- Diodo emisor de luz (LED) tricolor de estado del detector con vista de 360°
- Perfiles de sensibilidad de la aplicación con campos seleccionables
- Capacidad de medición remota de la sensibilidad
- Procesamiento de señal avanzado basado en microprocesador
- Intervalo extendido de temperatura y humedad de funcionamiento
- Compensación ambiental automática
- Inmunidad superior a interferencia electromagnética (EMI) y de radiofrecuencia (RFI)
- Restricción de sustancias peligrosas (cumplimiento de la directiva RoHS)
- Homologación de UL | Aprobación de FM y CSFM
 - UL 268: detección de humo en espacios abiertos
 - UL 268A (conductos): uso en carcassas de conductos
 - UL 268A (conductos): uso directo en conductos
 - UL-C-5531: detección de humo en espacios abiertos
 - FM 3230 (conductos)
 - CSFM | Registro: 7 272-0067-0258

Descripción general del producto

El detector de humo fotoeléctrico (modelo OP921) utiliza los circuitos de microprocesador y la tecnología de montaje en superficie más avanzados para obtener la máxima fiabilidad. El modelo OP921 incorpora un sensor óptico que utiliza un principio de detección de dispersión de luz. El dispositivo utiliza algoritmos de software avanzados para analizar las señales a fin de proporcionar una detección de humo precisa y altamente estable.

El modelo OP921 tiene homologación UL 268 (7.ª edición) e incorpora la tecnología de vanguardia **ISOtechnology™**, una funcionalidad para el SLC de "verdadera clase X" (opcional) que mejora enormemente la fiabilidad del sistema y la integridad de los circuitos al tiempo que brinda detección de errores direccionable avanzada.

Cada detector se adapta a una (1) superficie en pared o techo y solo ocupa una (1) dirección en el circuito de línea de señales (SLC).

El modelo OP921 es un detector de humo fotoeléctrico direccionable y enchufable de dos cables cuyo valor aumenta gracias a la función **ISOtechnology** incorporada. El modelo OP921 está certificado por Underwriters' Laboratories [UL268A listed para uso directo en ductos de aire].

Cada detector usa una cámara de humo fotoeléctrica resistente al polvo y una tecnología electrónica basada en microprocesador, con una carcasa plástica de perfil bajo. Los detectores de incendios modelo OP921 incluyen una cubierta protectora antipolvo.

Funcionamiento

El modelo OP921 es un detector de humos fotoeléctrico de amplio espectro que incorpora un diodo emisor de luz infrarrojo (IRLED) y un fotodiodo detector de luz. En condiciones normales, la luz transmitida por el LED viaja en dirección opuesta al fotodiodo y se dispersa a través de la cámara de humo siguiendo un patrón controlado.

La cámara de humo está diseñada para manejar la dispersión de la luz y las reflexiones extrañas de las partículas de polvo y otros contaminantes aéreos, aparte del humo, para mantener estable y uniforme el funcionamiento del detector. Cuando entra humo en la cámara del detector, las partículas de humo dispersan la luz emitida del IRLED y el fotodiodo la capta (consulte las imágenes en la página 2).



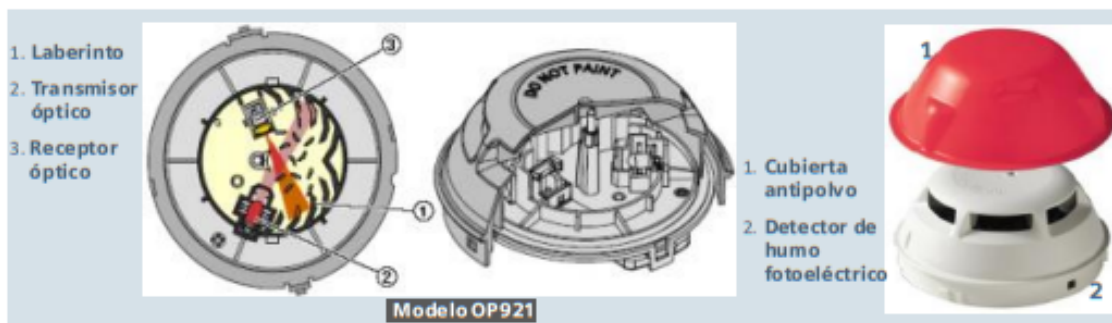
Modelo OP921

Detector de humo fotoeléctrico



Siemens
Infraestructura inteligente – Building Products

Hoja de datos S9902
usa.siemens.com/fire



Ajustes de sensibilidad

Conjuntos de parámetros de aplicación

El modelo OP921 incluye cuatro (4) conjuntos de parámetros de sensibilidad preprogramados que selecciona el panel de control de alarma contra incendios de Siemens para adaptarse a las condiciones ambientales y de aplicación previstas:

- Sensitive (Sensible)
- Standard (Estándar)
- Robust (Sólido)
- Air-duct (Conducto de aire)

Sensible: Este conjunto de parámetros de aplicación resulta adecuado para aquellas áreas donde haya pocas fuentes engañosas de falsas alarmas y allí donde se dé prioridad a la detección de fuegos declarados lo antes posible (p. ej., una aplicación limpia con condiciones ambientales controladas).

Estándar: Este conjunto de parámetros, que es ideal para oficinas o recepciones de hotel, es la configuración predeterminada.

Sólido: Este conjunto de parámetros de aplicación ofrece una mayor resistencia a las falsas alarmas en aquellas áreas en las que haya fuentes engañosas, como el humo de cigarrillos o de tubos de escape, que puedan provocar alarmas molestas.

Conducto de aire: Este conjunto de parámetros de aplicación se utiliza cuando el detector se usa en un conducto de aire que cumple la norma UL268A (DI) sin una carcasa o gabinete de conducto.

El modelo OP921 no requiere una prueba de sensibilidad de campo. El modelo OP921 cuenta con la homologación de UL como dispositivo de autocomprobación y cumple con las especificaciones de la NFPA 72 como detector de autosupervisión y disposición de panel de control. Este conjunto de parámetros también se utiliza cuando se usa el modelo OP921 en gabinetes o carcasas de conducto de aire (modelos FDBZ492 y FDBZ492-HR).

Una rápida inspección visual es suficiente para indicar la condición del modelo OP921 en cualquier momento. Si se necesita una información más detallada, puede obtener un informe impreso del FACP que indique el estado y la configuración asignada a cada detector individual. Cuando el modelo OP921 cambia al modo de alarma, el detector parpadeará en **ROJO** y continuará parpadeando hasta que se reinicie el sistema en el FACP. Al mismo tiempo, se activan todas las funciones del sistema de alarma definidas por el usuario y programadas en el sistema.

El modelo OP921 incluye un indicador LED tricolor, que puede parpadear en uno (1) de tres (3) colores distintos: **VERDE**, **AMARILLO** y **ROJO**.

Durante cada intervalo de parpadeos, el detector basado en microprocesador comprueba las siguientes situaciones:

- Si la sensibilidad al humo se encuentra en el rango indicado en la etiqueta de especificaciones
- Si hay humo en su cámara de detección
- Si los elementos electrónicos y los sensores internos funcionan correctamente

Ajustes de sensibilidad (continuación)

En función de los resultados de la supervisión, el indicador LED parpadea de la siguiente manera:

COLOR	CONDICIÓN	INTERVALO DE PARPADEO (en segundos)
VERDE*	Funcionamiento de supervisión normal. La sensibilidad al humo está dentro de los límites nominales.	10
AMARILLO:	El detector tiene problemas y debe ser sustituido.	4
ROJO:	Condición de alarma.	1
SIN PARPADEAR:	El detector no está encendido.	—

* Indica que el LED puede apagarse.

Siga la descripción correspondiente del panel utilizado.

Una rápida inspección visual es suficiente para determinar la condición del detector en cualquier momento. Si se necesita información más detallada, puede obtener un informe impreso del FACP del sistema Cerberus PRO Modular, del modelo FC/FV9 o de FireFinder XLS/V que indique el estado y la configuración asignada a cada detector individual.

Instalación

Todos los detectores direccionables e inteligentes del modelo OP921 utilizan una base de montaje en superficie (modelo DB-11 o modelo DB-11E), que se monta en una caja eléctrica octogonal posterior, cuadrada o de una sola salida de 4 in (10,2 cm). La base utiliza contactos con abrazaderas atornilladas para las conexiones eléctricas y contactos autodeslizantes para una mayor fiabilidad.

La base del detector modelo DB-11 se puede usar con el kit opcional de bloqueo del detector modelo LK-11 de Siemens, que contiene 50 cierres de detector y una herramienta de instalación para evitar una extracción no autorizada del cabezal del detector. El modelo DB-11 incluye tapones decorativos para cubrir los orificios de los tornillos de montaje.

El modelo OP921 se puede instalar en el mismo circuito iniciador con los detectores de la serie H de Siemens (cuando se usa con los FACP de Cerberus PRO Modular, el modelo FC/FV9 o FireFinder XLS/V):

- Módulos de interfaz de la serie XTRI
- Módulos de interfaz de la serie HTRI
- Estaciones manuales de la serie HMS y XMS
- Dispositivos de detección HFP-11 y HFPT-11
- Módulo de control de salida HCP
- Módulo de zona convencional HZM

Cada detector, que se envía con una cubierta protectora antipolvo, consta de lo siguiente:

- Tecnología **ISOtechnology** integrada para ofrecer un rendimiento del SLC de verdadera clase X
- Cámara fotoeléctrica resistente al polvo
- Sensor térmico no mecánico y de estado sólido
- Electrónica basada en microprocesador, con carcasa o gabinete plástico de perfil bajo

Todos los detectores OP921 direccionables e inteligentes están aprobados para su funcionamiento dentro del rango de temperatura especificado por Underwriters' Laboratories de 32 °F a 120 °F (0 °C a 49 °C). Consulte el manual de instalación (P/N: A6V10323928) para obtener más información.

Datos de uso

La instalación de los detectores de humo modelo OP921 requiere un circuito de dos cables. En muchos casos de reacondicionamiento, se puede utilizar el cableado existente. La derivación en T solo está permitida para el cableado de estilo 4 (clase B). El modelo OP921 es insensible a la polaridad, lo que puede reducir en gran medida los tiempos de instalación y de depuración. Cuando se usa en aplicaciones de clase X sujetas a la norma NFPA 72, la polaridad del SLC se debe mantener para admitir hasta 252 dispositivos de aislación listos en cada bucle. En modo mixto, admite un máximo de 30 dispositivos no aislados entre dispositivos aislados (conectados en modo insensible a la polaridad). Para obtener más información, consulte el documento de instalación del panel de control.

A los detectores modelo OP921 se les puede aplicar la separación máxima entre centros de 30 ft o 9,14 m (áreas de 900 ft² o 274 m²) tal como se indica en la norma NFPA 72. Esta guía de aplicación se basa en condiciones ideales, es decir, superficies al cielo raso, mínimo movimiento de aire y ausencia de barreras físicas entre las posibles fuentes de incendios y el detector. No monte los detectores cerca de la ventilación o de las tomas de calefacción o aire acondicionado. Los travesaños expuestos o los techos con vigas también pueden influir en las limitaciones de separación de los detectores en condiciones de seguridad.

En caso de que surjan preguntas relacionadas con la colocación del detector, siga las directrices de la NFPA 72. Un buen sistema de protección contra incendios junto con el sentido común determinarán cómo y cuándo se deben instalar y utilizar los detectores de incendios. Póngase en contacto con su distribuidor u oficina de ventas de Siemens Industry — Fire Safety siempre que necesite ayuda para utilizar el modelo OP921 en aplicaciones poco usuales. Asegúrese de seguir las directrices de la NFPA y las instrucciones de instalación de UL y ULC (que se incluyen con cada detector Siemens — Fire Safety) así como las normas locales, como se debe hacer con cualquier equipo de protección contra incendios.

Programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación (DPU)

El modelo OP921 es compatible con el programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación (modelo 8720/DPU) de Siemens, un accesorio compacto y portátil, accionado mediante menú para programar y probar electrónicamente estos detectores direccionables de manera rápida y fiable. Por ejemplo, el técnico de campo selecciona el modo de programa del accesorio e introduce la dirección deseada.

El DPU del modelo elimina la necesidad de emplear métodos de programación mecánicos más laboriosos y poco fiables (como diales o interruptores giratorios), y reduce los costes de instalación y mantenimiento al programar y probar electrónicamente el detector antes de su instalación. Cuando se configure en modo de prueba, el DPU del modelo realizará una serie de pruebas diagnósticas sin alterar la dirección u otros datos almacenados, lo que les permitirá a los técnicos determinar si el detector funciona correctamente.

Cada programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación funciona con alimentación de CA o con baterías recargables, lo que proporciona flexibilidad y comodidad en la programación y prueba del equipo de protección contra incendios en prácticamente cualquier ubicación. Además, gracias a la unidad del DPU del modelo, ya no es necesario preocuparse por la vibración, la corrosión ni otras condiciones de deterioro que puedan afectar la duración del mecanismo de direccionamiento electromecánico.

Cada detector se adapta a una (1) superficie en pared o techo y solo ocupa una (1) dirección en el circuito de línea de señales (SLC).

Datos técnicos	
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO:	32 °F - 120 °F (0 °C - 49 °C)
HUMEDAD RELATIVA:	0 % a 95 % (sin condensación)
PRESIÓN DE AIRE:	No influye
VELOCIDAD DEL AIRE:	0 - 4000 pies por minuto (bpm) (0 - 20 metros por segundo)
TENSIÓN DE ENTRADA:	16 VCC - 30 VCC
CORRIENTE MÁXIMA DE ALARMA:	410 µA
CORRIENTE MÁXIMA EN ESPERA:	250 µA
SEPARACIÓN MÁXIMA:	30 ft o 9,14 m entre centros (900 ft ² o 274 m ²), según NFPA 72
PESO DEL DETECTOR:	0,317 lb (0,144 kg)
PROTECCIÓN MECÁNICA:	Homologado por la norma UL y ULC (con STI Guard model o STI- 9604)
INTERVALO DE SENSIBILIDAD:	1,1 - 3,76 % ± obs. (nominal: 2,0 % ± obs.)

Compatibilidades de panel		
MODELO O TIPO	HOJA DE DATOS	PANEL
XLS	6300	FireFinder® (incendios)
XLSV	6340	FireFinder (incendios y voz)
Cerberus PRO Modular	8300	Descripción general del sistema
FC901	9813	Cerberus PRO direccionable de 50 puntos
FC922	9815	Cerberus PRO direccionable de 25,2 puntos (incendios)
FC924		Cerberus PRO direccionable de 50,4 puntos (incendios)
FV922	9821	Cerberus PRO direccionable de 25,2 puntos (incendios con comunicación por voz inteligente [IVC])
FV924		Direccionable de 50,4 puntos (incendios con comunicación por voz inteligente [IVC])

Información para pedidos		
MODELO O TIPO	NUMERO DE PIEZA	PRODUCTO
OP921	S54320-F4-A2	Detector de humo fotoeléctrico
Dispositivos compatibles:		
MODELO O TIPO	NUMERO DE PIEZA	PRODUCTO
DB-11	500-094151	Base de montaje del detector
DB-11E	500-094151E	Base del detector (pequeña)
DB2-HR	S54370-F12-A1	Base de montaje del detector con relé
RL-HC	500-033230	Indicador de alarma remoto: montaje en caja octogonal de 4 in (10,2 cm), rojo
RL-HW	500-033310	Indicador de alarma remoto: montaje en caja de una sola salida, rojo
FDB2482	S54319-B22-A1	Carcasa de conducto de aire direccionable
FDB2482-HR	S54319-B23-A1	Carcasa o gabinete del conducto de aire direccionable con relé
LK-11	500-695350	Kit de bloqueo de la base
Consulte www.STI-USA.com si desea obtener más detalles para solicitar el modelo STI-9604		
Pedidos en Canadá:		
MODELO O TIPO	NUMERO DE PIEZA	PRODUCTO
DB-11C	500-095687	Base de montaje del detector homologada por ULC

AVISO: La información incluida en este documento solo tiene la finalidad de servir como resumen y está sujeta a cambios sin previo aviso. Los productos que se describen aquí tienen hojas de instrucciones específicas que incluyen información variada sobre especificaciones técnicas, limitaciones y responsabilidad.

Las copias de las hojas de instrucciones de instalación y el documento *General Product Warning and Limitations (Advertencia y limitaciones generales del producto)*, que también contiene información importante, se incluyen con el producto y pueden solicitarse al fabricante.

Los datos incluidos en los tipos de documentación mencionados anteriormente deben cotejarse con un profesional del ámbito de la seguridad contra incendios antes de configurar o usar el producto.

Si tiene preguntas o necesita asistencia adicional respecto de problemas específicos del producto relacionados con el funcionamiento correcto del equipo, comuníquese con el fabricante.

SIEMENS

Cerberus® PRO

Siemens Industry, Inc.
Infraestructura inteligente – Building Products
8 Fernwood Road • Florham Park, NJ 07932
Tel.: (973) 593-2600

Febrero de 2021
(Rev. 10)

7.2. Sensor de Calor o Temperatura HI921

SIEMENS
Ingenuity for life

Detectores y periféricos Cerberus® PRO

Detector térmico (de calor) Modelo HI921

Especificaciones para arquitectos e ingenieros

- Tecnología integrada ISOTechnology™
- Compatibilidad con los dispositivos del modelo de la serie H de Siemens en el mismo bucle (con los paneles de control de alarma contra incendios de la serie FC9 y de los sistemas Cerberus PRO Modular y FireFinder XLS/V)
- Contiene siete (7) ajustes seleccionables en un intervalo de temperatura de 135 °F - 174 °F (57,2 °C - 78,9 °C)
- Advertencia de temperatura baja a 40 °F (4,4 °C)
- Capacidad de programación en campo por tasa de elevación o temperatura fija
- Diodo emisor de luz (LED) tricolor de estado del detector con vista de 360°
- Compatibilidad con modelo 8720/DPU (programador de dispositivo/comprobador de bucle)
- Procesamiento de señal avanzado basado en microprocesador
- Cada detector se auto diagnostica: - diagnósticos cada 10 segundos
- Inesensibilidad a la polaridad gracias a la tecnología SureWire™
- Funciona en entornos con las bases de montaje del modelo DB-11
- Inmunidad superior a interferencia electromagnética (EMI) y de radiofrecuencia (RFI)
- Restricción de sustancias peligrosas (cumplimiento de la directiva RoHS)
- Homologación UL 521 y ULC; a probación FM (n.º 3230 y 3210) y CSFM (n.º 7272-0067-0258)

Descripción general del producto

El detector térmico (de calor) inteligente (modelo HI921) incorpora un avanzado método de detección, de programación y de supervisión de la dirección, junto con una avanzada comunicación del FACP. El modelo HI921 utiliza un termistor de vanguardia, un microprocesador y análisis de señales avanzado, lo que proporciona una fiabilidad y una precisión muy elevadas.

Además, cada unidad del modelo HI921 tiene homologación UL, incluida la tecnología de vanguardia ISOTechnology™, una funcionalidad para el SLC de "verdadera clase X" (opcional) que mejora enormemente la fiabilidad del sistema y la integridad de los circuitos al tiempo que brinda detección de errores direccionable avanzada.

Cada modelo HI921 es un detector térmico económico, inteligente y direccionable que proporciona funciones específicas y avanzadas: siete (7) opciones de temperatura con campos seleccionables diseñadas especialmente para las necesidades de detección específicas de cada uso, y un funcionamiento integrado del SLC de clase X que evita la instalación de componentes adicionales y el costo de los materiales.

Los ajustes de intervalo de temperatura de cada modelo HI921 se encuentran entre 135 °F (57 °C) y 174 °F (79 °C) con programación de temperatura fija y de detección de la tasa de elevación. Esta variación ofrece al cliente la máxima flexibilidad para programar los ajustes de temperatura, con objeto de adaptarse a las diversas necesidades de aplicación y a las cambiantes condiciones medioambientales.

El modelo HI921 puede configurarse para proporcionar una señal de advertencia de baja temperatura a 40 °F (4,4 °C). Esta característica, junto con un FACP compatible (con el sistema Cerberus PRO Modular o FireFinder XLS/V o con los FACP de Cerberus PRO FCFV922 o FCFV924) evita la congelación del agua en las tuberías de los sistemas de aspersión, lo que cumple con las especificaciones de NFPA 72.

Funcionamiento

Para detectar los cambios significativos de temperatura, el modelo HI921 utiliza además un moderno termistor preciso y resistente a los golpes.

Cada modelo HI921 incluye siete (7) conjuntos de parámetros preprogramados que pueden ser seleccionados por el FACP de Siemens.

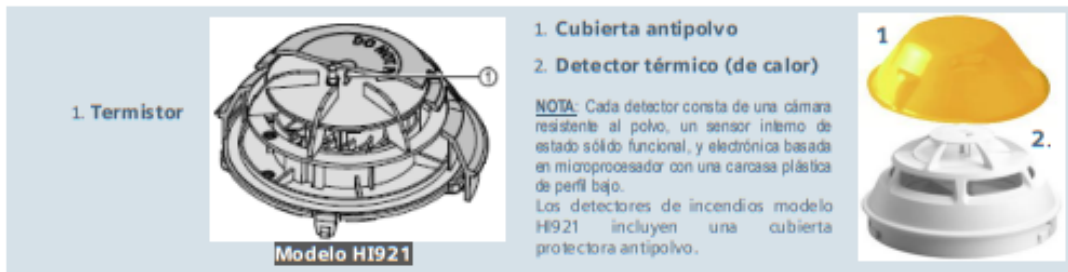


Modelo HI921
Detector térmico (de calor)



Siemens
Infraestructura inteligente – Building Products

Hoja de datos S9901
usa.siemens.com/fire



Supervisión y prueba del detector

El modelo HI921 incluye un indicador LED tricolor, capaz de parpadear en uno (1) de tres (3) colores distintos: VERDE, AMARILLO y ROJO. Durante cada intervalo de parpadeos, el detector basado en microprocesador supervisa las siguientes situaciones del sistema contra incendios:

- Temperaturas que alcanzan los umbrales programados
- Si los elementos electrónicos y los sensores internos funcionan correctamente

En función de los resultados de la supervisión, el indicador LED parpadea de la siguiente manera:

COLOR	CONDICIÓN	INTERVALO DE PARPADEO (en segundos)
VERDE*	Funcionamiento de supervisión normal. La temperatura no ha alcanzado los umbrales de alarma o puntos fijos programados.	10
AMARILLO:	El detector no funciona a la capacidad normal y necesita reemplazo.	4
ROJO:	Condición de alarma.	1
SIN PARPADEAR:	El detector no está encendido.	—

* Indica que el LED puede apagarse. Siga la descripción correspondiente del panel utilizado.

Una rápida inspección visual es suficiente para determinar la condición del detector en cualquier momento. Si se necesita información más detallada, puede obtener un informe impreso del FACP del sistema Cerberus PRO Modular, de FireFinder XLS/V o del modelo FC9 que indique el estado y la configuración asignada a cada detector individual.

Instalación

Todos los detectores del modelo HI921 utilizan una base de montaje en superficie, modelo DB2-HR, DB-11 o DB-11E, que se monta en una caja eléctrica octogonal, cuadrada o de una sola salida de 4 in (10,2 cm). La base utiliza contactos con abrazaderas atornilladas para las conexiones eléctricas y contactos autodeslizantes para una mayor fiabilidad.

La base del detector modelo DB-11 se puede usar con el kit opcional de bloqueo del detector modelo LK-11 de Siemens, que contiene 50 cierres de detector y una herramienta de instalación para evitar una extracción no autorizada del cabezal del detector. El modelo DB-11 incluye tapones decorativos para cubrir los orificios de los tornillos de montaje.

El modelo HI921 se puede instalar en el mismo circuito iniciador con los detectores y dispositivos de la serie H de Siemens (cuando se usa con los FACP de Cerberus PRO Modular, el modelo FC9 o FireFinder XLS/V):

- HFP-11 y HFPT-11
- Interfaces modelo XTRI
- Estaciones manuales modelo XMS
- Interfaces modelo HTRI
- Estaciones manuales modelo HMS
- Dispositivos de detección de control de salida modelo HCP
- Módulos de zona convencional direccionables modelo HZM

Datos de uso

La instalación del detector térmico inteligente y direccionable HI921 requiere un circuito de dos cables. En muchos casos de reacondicionamiento, se puede utilizar el cableado existente. La derivación en T solo está permitida para el cableado de estilo 4 (clase B). El modelo HI921 es insensible a la polaridad cuando no se usa en el modo de clase X, lo que puede reducir los tiempos de instalación y depuración. El valor de la unidad aumenta gracias a la tecnología **ISOtechnology** integrada, una función de aislación del SLC que ofrece verdadero funcionamiento de clase X y cumple con la norma NFPA 72, y que admite hasta 252 dispositivos preparados para aislación por bucle. En modo mixto, admite un máximo de 30 dispositivos no aislados entre dispositivos aislados (conectados en modo insensible a la polaridad). Cada detector se adapta a una (1) superficie en pared o techo y solo ocupa una (1) dirección en el circuito de línea de señales (SLC).

El modelo HI921 se puede aplicar dentro de una separación máxima de centros de 50 ft (15,24 m) (áreas de 2500 ft² [232 m²]), tal como lo exige Underwriters' Laboratories. Esta guía de uso se basa en condiciones ideales, es decir, superficies al cielo raso, mínimo movimiento de aire y ausencia de barreras físicas entre las posibles fuentes de incendios y el detector. No monte los detectores cerca de las salidas de sistemas de calefacción, ventilación o aire acondicionado. Los travesaños expuestos o los techos con vigas también pueden influir en las limitaciones de separación de los detectores en condiciones de seguridad.

En caso de que surjan preguntas relacionadas con la colocación del detector, siga las directrices de la NFPA 72. Un buen sistema de protección contra incendios junto con el sentido común determinarán cómo y cuándo se deben instalar y utilizar los detectores de incendios. Póngase en contacto con su distribuidor u oficina de ventas de Siemens – Fire Safety siempre que necesite ayuda para utilizar el modelo HI921 en aplicaciones poco usuales.

Asegúrese de seguir las directrices de la NFPA y las instrucciones de instalación homologadas por UL y ULC (que se incluyen con cada detector Siemens – Fire Safety) así como las normas locales para cualquier equipo de protección contra incendios.

Especificaciones

El modelo HI921 es un detector térmico (de calor) que se puede enchufar y de dos (2) cables, compatible con los FACP de Cerberus PRO Modular, FireFinder XLS/V y el modelo FC9. Cada detector HI921 está provisto de una tecnología de microprocesadores y circuitos electrónicos de estado sólido sumamente estables. Para detectar los cambios de temperatura, el modelo HI921 utiliza un moderno termistor preciso y resistente a los golpes. Este método de detección electrónica elimina prácticamente el retardo térmico asociado a los dispositivos mecánicos de detección de temperatura y ofrece al FACP un estado de la temperatura prácticamente instantáneo.

El modelo HI921 incluye siete (7) ajustes de temperatura preprogramados seleccionables:

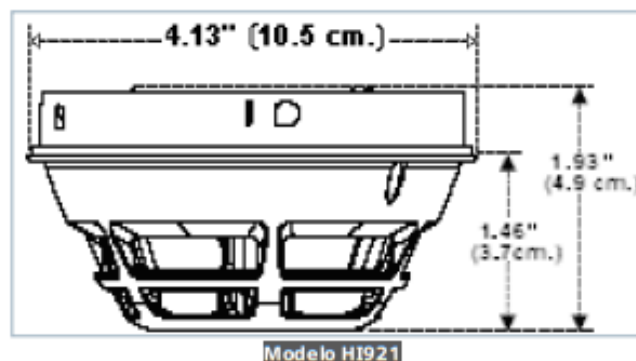
Puntos de temperatura fija (5)	Puntos de tasa de elevación (2)
<ul style="list-style-type: none">• Fijo a 135 °F (57 °C)• Fijo a 145 °F (63 °C)• Fijo a 155 °F (68 °C)• Fijo a 165 °F (74 °C)• Fijo a 174 °F (79 °C)	<ul style="list-style-type: none">• Tasa de elevación: 15 °F/min (8,3 °C) a un valor fijo de 135 °F (57 °C)• Tasa de elevación: 15 °F/min (8,3 °C) a un valor fijo de 174 °F (79 °C)

Además, el detector HI921 ofrece la siguiente función opcional:

- El modelo HI921 indica la posible congelación del agua en los sistemas de aspersión mediante la configuración para notificar una advertencia de baja temperatura a 40 °F (4,4 °C).

Esta función es compatible con sistemas Cerberus PRO Modular, al igual que con FACP de FireFinder XLS/V y Cerberus PRO FC/FV922 o FC/FV924.

Diagramas de instalación: dimensiones



Programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación (DPU)

El modelo HI921 es compatible con el programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación (modelo 8720/DPU) de Siemens, un accesorio compacto y portátil, accionado mediante menús para programar y probar electrónicamente estos detectores direccionables de manera rápida y fiable. Por ejemplo, el técnico de campo selecciona el modo de programa del accesorio e introduce la dirección deseada.

El DPU del modelo elimina la necesidad de emplear métodos de programación mecánicos más laboriosos y poco fiables (como diales o interruptores giratorios), y reduce los costes de instalación y mantenimiento al programar y probar electrónicamente el detector antes de su instalación. Cuando se configure en modo de prueba, el DPU del modelo realizará una serie de pruebas diagnósticas sin alterar la dirección u otros datos almacenados, lo que les permitirá a los técnicos determinar si el detector funciona correctamente.

Cada programador de dispositivos de campo/unidad de comprobación funciona con alimentación de CA o con baterías recargables, lo que proporciona flexibilidad y comodidad en la programación y prueba del equipo de protección contra incendios en prácticamente cualquier ubicación. Además, gracias a la unidad del DPU del modelo, ya no es necesario preocuparse por la vibración, la corrosión y otras condiciones de deterioro que pueden afectar la duración del mecanismo de direccionamiento mecánico.

El resultado final es un detector inteligente que proporciona una capacidad de detección mejorada para una amplia variedad de productos de combustión mientras ofrece una protección insuperable contra las fuentes de alarma molestas, entre ellas: polvo, vapor, aerosoles y otros fenómenos engañosos que pueden provocar falsas alarmas.

Datos técnicos	
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO:	32 °F – 120 °F (0 °C – 49 °C) [con ajuste de umbral de alarma de 145 °F (63 °C) 155 °F (68 °C) 165 °F (74 °C) y 174 °F (79 °C)] 32 °F – 100 °F (0 °C – 38 °C) [con ajuste de umbral de alarma de 135 °F (57 °C)]
VALORES NOMINALES TÉRMICOS:	El modelo HI921 incluye siete (7) ajustes de temperatura preprogramados seleccionables: <ul style="list-style-type: none"> • Fija a 135 °F (57 °C) • Fija a 145 °F (63 °C) • Fija a 155 °F (68 °C) • Fija a 165 °F (74 °C) • Fija a 174 °F (79 °C) <ul style="list-style-type: none"> • Tasa de elevación: 15 °F/min (8,3 °C) a un valor fijo de 135 °F (57 °C) • Tasa de elevación: 15 °F/min (8,3 °C) a un valor fijo de 174 °F (79 °C)
HUMEDAD RELATIVA:	0 % a 95 % (sin condensación)
PRESIÓN DE AIRE:	No influye
TENSIÓN DE ENTRADA:	16 V CC – 30 V CC
CORRIENTE MÁXIMA DE ALARMA:	410 µA
CORRIENTE MÁXIMA EN ESPERA:	250 µA
SEPARACIÓN MÁXIMA:	50 ft (15,24 m) de centro a centro (2500 ft ² 232,3 m ²), según NFPA 72 y ULC-S524
PESO DEL DETECTOR:	0,317 lb (0,144 kg)

Compatibilidades de panel		
Cerberus PRO Modular	8300	Cerberus PRO Modular de 2500 puntos direccional (sistema contra incendios y de comunicación por voz)
FC901	9813	Cerberus PRO de 50 puntos direccional
FC922	9815	Cerberus PRO de 252 puntos direccional (incendios)
FC924		Cerberus PRO de 504 puntos direccional (incendios)
FV922	9821	Cerberus PRO direccional de 252 puntos (incendios con comunicación por voz inteligente [IVC])
FV924		Cerberus PRO de 504 puntos direccional (incendios con comunicación por voz inteligente [IVC])

Información para pedidos		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
HI921	S54320-F5-A2	Detector térmico (de calor)
Dispositivos compatibles:		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
ABHW-4B	S54320-F13-A1	Base sonora con opción de encendido por tude
ABHW4S	S54320-F14-A1	Base sonora para áreas de descanso
ADB-BOX	500-698360	Caja de adaptador de montaje en superficie para base sonora
DE2-HR	S54370-F12-A1	Base del relé compatible con detectores estándares y avanzados de Siemens
DB-11	500-094151	Base de montaje del detector
DB-11E	500-094151E	Base del detector (pequeña)
RL-HC	500-033230	Indicador de alarma remoto: Montaje en caja octogonal de 4 in (10,2 cm), rojo
RL-HW	500-033310	Indicador de alarma remoto: montaje en caja de una sola salida, rojo
LK-11	500-695350	Kit de bloqueo de la base
Consulte www.STI-USA.com si desea obtener más detalles para solicitar el modelo STI-960-4		
Pedidos en Canadá:		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
DB-11C	500-095687	Base de montaje del detector homologada por ULC

SIEMENS	Data Sheet Fire Safety & Security Products
----------------	--

Conventional Detection Devices

Linear Beam Smoke Detector

PBA-1191

ARCHITECT AND ENGINEER SPECIFICATIONS

- **Compatible with:**
 - MXL → (Models CZM-4 and CZM-1B6)
 - FireFinder™ XLS → (Models HZM and CDC-4)
 - System 3™ → (Model ZB-35)
- (2) Two-wire Installation
- Easy alignment and installation
- High immunity to extraneous light
- Suitable for ranges from 17 ft. – 280 ft.
 - 5M – 100M, Canada
- Automatic and comprehensive self-test
- Automatic digital compensation of ambient influences
- Transmitter and receiver installed in the same housing
- Response behavior selectable in three (3) sensitivity settings
- Operates according to the principle of light-attenuation-by-smoke
- Integrated multi-coincidence circuit suppresses electric and optical noise signals
- @UL Listed, @ULC Listed



Product Overview

Linear Beam Detectors (Model PBA-1191) from Siemens Industry – Fire Safety provide reliable monitoring over long distances that range from 17 to 280 feet (5M – 100M for Canada.) Model PBA-1191 works in conjunction with various types of reflectors, according to each reflector's installation requirements.

Application

Model PBA-1191 was developed to cover a wide range of applications. Hence, Model PBA-1191 can be used to supplement or replace point-type smoke detectors, when required. Some examples of the aforementioned applications include:

- large or high ceiling rooms (atriums and warehouses)
- rooms with complex ceiling structures (beam construction)

- structures subject to frequent tremors
- buildings whose walls flex as a result of temperature change or wind conditions
- aircraft hangars
- churches
- computer rooms
- museums
- malls
- corridors
- historical buildings

Model PBA-1191 should not be used in applications where the beam is interrupted on a repeatable basis.

Operation

Model PBA-1191 consists of a transmitter (IRLED) that emits an invisible infrared (IR) pulse through the transmitter lens. The IR pulse traverses the protected area to reach the reflector located opposite the detector and is then reflected back to the detector.

Linear Beam Smoke Detector 6171

Operation — (continued)

The receiver lens of the detector directs the reflected IR pulse to a silicon photodiode. The resulting electrical signal is evaluated by the detector electronics. The attenuation of the IR pulse by smoke particles, via scattering and absorption, results in an *alarm* condition.

Model PBA-1191 has three (3) sensitivity settings:

- Reduced
- Standard
- Increased

The response threshold is set with DIP switches: S1 and S2. The Transmitter intensity (strong, weak) shall be set with DIP switch, S3.

Reflectors

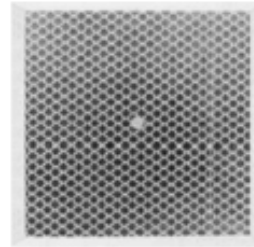
The retroreflecting prism of Model PBA-1191 has the shape of a pyramid whose lateral faces are formed by isosceles orthogonal triangles. Light entering through the base is completely reflected twice on the lateral faces and reflected back through the base. The base is equipped with a reflector heater. If condensation is possible, the heater should be connected to a 24V supply.



Prism Reflector
(Model PBR-1191)

Retroreflectors reflect the received light beam back along the path of incidence. The design of all the reflectors minimizes the effect of vibration and structural movement.

Models PBR-1192 and PBR-1193 are flat-reflector foils that consist of microprismatic elements that are formed by transparent, synthetic resin sealed to a plastic substrate.



Flat Reflector
(Models PBR-1192 and PBR-1193)

Detector Adjustment Kit

The detector adjustment kit (Model PBL-1191) is required for proper electrical adjustment and mechanical alignment of Model PBA-1191.



Detector Adjustment Kit
(Model PBL-1191)

Details for Ordering

Model Number	Part Number	Description	Shipping Weight	
			Lbs.	Kgs.
PBA-1191	500-095076	Linear Beam Detector	1.5	0.68
PBB-1191	500-095077	Linear Beam Detector Base	1.0	0.45
PBF-1191A	500-695082	Short-Distance Filter (16-20%)	0.5	0.23
PBF-1191B	500-695083	Short-Distance Filter (23-33%)	0.5	0.23
PBH-1191	500-695081	Detector Heater	0.5	0.23
PBL-1191	500-795084	Detector Adjustment Kit	2.0	0.91
PBR-1191	500-695080	Prism Reflector	1.5	0.68
PBR-1192	500-695079	Flat Reflector Pkg. (7.9" x 7.9")	0.5	0.23
PBR-1193	500-695078	Flat Reflector Pkg. (3.9" x 3.9")	0.5	0.23

Notes: Refer to Installation Manual PIN 315-094912 for detailed data.
Add a "-C" suffix to the Model No.'s for accessories that are used with the Canadian detector, except for Model PBA-1191, which gets a "-ULC" suffix for Canada.

Notice: This marketing data sheet is not intended to be used for system design or installation purposes. For the most up-to-date information, refer to each product's installation instructions.

Siemens Industry Inc.
Smart Infrastructure – Building Products

Fire Safety
2 Gatehall Drive
Parsippany, NJ 07054
Tel: (973) 593-2600
FAX: (908) 547-6877
URL: www.usa.Siemens.com/Fire

(S1)
Printed in U.S.A.

Fire Safety
1577 North Service Road
East Oakville, Ontario
L6H 0H6 / Canada
Tel: [905] 465-8000
URL: www.Siemens.CA

April 2023
(Rev. 2)



Dispositivos periféricos y de detección Dispositivos de iniciación

Estaciones manuales de la serie XMS

Modelos XMS-S | XMS-D | XMS-M

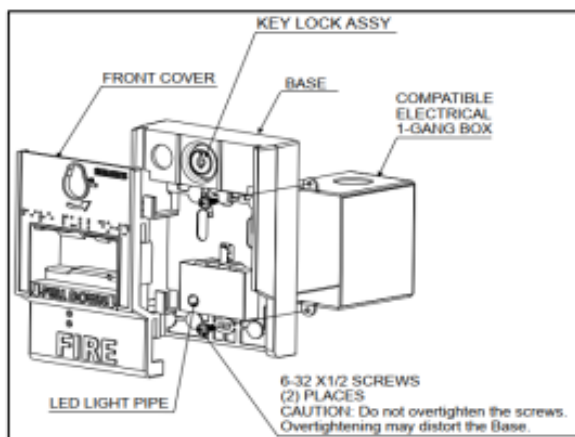
Especificaciones para arquitectos e ingenieros	Descripción general del producto
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aislamiento de bucle integrado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumple con los requisitos de resistencia de clase X (estilo 7) ▪ Admite hasta 190 periféricos con aislamiento de la serie X por bucle y 30 dispositivos direccionables <input type="checkbox"/> Bajo consumo de corriente <input type="checkbox"/> Insensibilidad a la polaridad (en modo no aislante) gracias a la tecnología SureWire <input type="checkbox"/> LED de estado multicolor <input type="checkbox"/> Llave de restablecimiento T-45 <input type="checkbox"/> Menor profundidad de instalación para ser compatible con cajas eléctricas de una sola salida para aplicaciones de reacondicionamiento <input type="checkbox"/> Indicación de problema durante el servicio y el mantenimiento <input type="checkbox"/> Versiones disponibles de una sola acción, de doble acción y metálicas <input type="checkbox"/> Versiones disponibles en portugués y español <input type="checkbox"/> Cumplimiento de la directiva RoHS <input type="checkbox"/> Homologación UL 38 	<p>Las estaciones manuales de la serie XMS son una cartera completa de estaciones manuales direccionables y convencionales que incluyen versiones de una sola acción, de doble acción y metálicas. Las versiones direccionables tienen capacidad de aislamiento integrada de clase X (estilo 7) para aumentar la resistencia del sistema. Todos los modelos tienen una llave de restablecimiento T-45 para que coincida con la carcasa del panel de alarma contra incendios. Los modelos direccionables también tienen un LED de estado tricolor para indicar estado normal, de alarma y de problema. Todos los módulos utilizan una dirección.</p> <p>Las estaciones manuales se pueden poner en marcha en los modos de funcionamiento de la "serie X" no aislante (insensible a la polaridad) o aislante.</p> <p>Especificaciones</p> <p>Los modelos XMS-S, XMS-D y XMS-M son compatibles con los paneles de control de alarma contra incendios (FACP) de Siemens. El modelo XMS-S es una estación manual de una sola acción en una carcasa plástica que requiere una acción del usuario para iniciar la alarma. El modelo XMS-D es una estación manual de doble acción en una carcasa plástica que requiere dos acciones del usuario para iniciar la alarma. El modelo XMS-M es una estación manual de una sola acción en una carcasa metálica que requiere una acción del usuario para iniciar la alarma. Estos modelos son dispositivos direccionables instalados en el lugar que incluyen tecnología avanzada de comunicaciones de panel de control.</p> <p>Las estaciones manuales de la serie XMS tienen un "problema de mantenimiento" que ubica al panel de alarma contra incendios en una condición de problema si una XMS se deja accidentalmente en estado armado cuando se retira la tapa para realizar tareas de mantenimiento.</p> <p>Esta tecnología ofrece comunicación bidireccional con el panel de control. Para restablecer las estaciones, inserte la llave T45 de Siemens proporcionada en la cerradura y gire la llave 10 a 15 grados hacia la izquierda como indica la flecha. La tapa se desplazará hacia arriba hasta la posición normal. Gire la llave hacia la derecha y retírela de la cerradura. En la posición normal, la parte superior de la tapa está al ras con la superficie superior de la base. Restablezca el panel de control de alarma contra incendios para poner a cero la alarma.</p> <p>Las estaciones manuales XMS-S, XMS-D y XMS-M funcionan con los sistemas Desigo Fire Safety Modular/Cerberus PRO Modular mediante la tarjeta XDLC. Estos dispositivos se pueden conectar con cableado en modo aislante o en modo insensible a la polaridad. La tapa frontal de la estación manual XMS-S/XMS-M tiene una cavidad para jalar hacia abajo y se traba en su posición una vez iniciada la alarma. La estación manual XMS-D tiene una palanca adicional con la leyenda "PUSH HERE THEN" (Empuje aquí después) para acceder a la cavidad de la tapa frontal para iniciar la alarma.</p>



Modelo XMS-D



Diagrama de Instalación



Datos técnicos

Intervalo de tensión de funcionamiento	13 VCC a 32 VCC
Corriente máx. promedio de funcionamiento a 24 V:	500 µA
Intervalo de temperatura de funcionamiento	32 °F a 120 °F (0 °C a 49 °C)
Intervalo de humedad de funcionamiento	0% a 95% de humedad relativa

Información para pedidos

Modelo o tipo	Número de pieza	Descripción
XMS-S	S54321-F7-A1	Estación manual de una sola acción direccional con aislamiento
XMS-D	S54321-F8-A1	Estación manual de doble acción direccional con aislamiento
XMS-M	S54321-F9-A1	Estación manual metálica de una sola acción direccional con aislamiento
XMS-SP	S54321-F9-A1	Estación manual de una sola acción direccional con aislamiento, texto en portugués
XMS-DP	S54321-F10-A1	Estación manual de doble acción direccional con aislamiento, texto en portugués
XMS-SE	S54321-F11-A1	Estación manual de una sola acción direccional con aislamiento, texto en español
XMS-DE	S54321-F12-A1	Estación manual de doble acción direccional con aislamiento, texto en español
XMH-501	S54321-F18-A1	Estación manual de doble acción convencional para liberación de agente
XMS-501	S54321-F16-A1	Estación manual de doble acción convencional
XMS-51	S54321-F15-A1	Estación manual de una sola acción convencional con relé auxiliar e interruptor de llave
SMBOX-XMP	S54321-F20-A1	Caja posterior para instalación superficial para estaciones manuales de la serie X
APLT-XMP	S54321-F21-A1	Placa adaptadora para estaciones manuales de la serie X en cajas posteriores superficiales tradicionales
4DGBOX-XMP	S54321-F22-A1	Placa adaptadora para estaciones manuales de la serie X en cajas posteriores de 4 in (10,2 cm) y de salida doble

Propiedades físicas

Construcción:	Plástico de polycarbonato de alto impacto
	Aluminio
Peso embalado:	1,0 lb (0,45 kg)
Dimensiones:	5,50 in (14 cm) de alt. x 4,0 in (10,2 cm) de an. x 1,250 in (3,2 cm) de pr.
Conformidad:	Ley sobre Estadounidenses con Discapacidades (ADA)
Cajas eléctricas compatibles:	Caja de 1 sda salida con 2-1/2 in (6,4 cm) de profundidad

7.5.NAC (Circuitos de Notificación) FDS229-R

SIEMENS

Sinteso™/ Cerberus™ PRO

Sirena de alarma con indicador óptico adicional

FDS229-R, FDS229-A



Para el bus de detectores automáticamente direccionables FDnet/C-NET

- Sirena de alarma con 11 tipos de tono seleccionables, 2 niveles de activación programables
- Nivel de sonido de hasta 99 dB(A), ajustable en tres niveles
- Indicación óptica con secuencia de parpadeo fija, modo de destello ajustable
- Alimentación y comunicación a través de la FDnet/C-NET
- Compatible con zócalo del detector direccionado
- Posibilidad de utilizar opciones de zócalo y base aislante
- Monitorización del estado del dispositivo



A6V10229545_g_es_-
2018-06-15

Building Technologies
Control Products and Systems

Características

Ecológico

- Elaboración ecológica
- Materiales reciclables
- Los componentes electrónicos y las piezas de plástico pueden separarse fácilmente

Propiedades

- Electrónica protegida, componentes de alta calidad
- Aislador de línea integrado
- Volumen y tonos ajustables, sincronización de los tonos de todos los dispositivos de alarma
- Modo de destello ajustable
- Zócalo direccionado FDB221/222 con terminales de conexión sin tornillos
- No requiere alimentación adicional, la alimentación se realiza a través de FDnet/C-NET
- Corriente de servicio muy baja
- Test periódico del componente acústico (no audible)
- Monitorización del estado del dispositivo

Aplicación

- A lo largo de vías de emergencia
- Pasillos
- Huecos de escalera

Uso previsto

La sirena de alarma FDS229 ha sido diseñado para su uso como dispositivo de alarma en una línea de detectores FDnet/C-NET en combinación con una unidad de control de detección de incendios FC20xx (línea de productos 'Sinteso'), FC72x (línea de productos 'Cerberus PRO') o FC361-xx (línea de productos 'Cerberus FIT').

Funciones

- Notificación de alarma acústica en caso de alarma de incendio, claramente reconocible como señal de peligro
- Indicador óptico adicional
- Sincronización de los tonos con todas las sirenas de alarma y zócalos con sirena en la misma línea de detectores (FDnet/C-NET)
- Modo de destello
 - La indicación óptica parpadea si se activa 'Alert' o 'Evac'
 - La indicación óptica solo parpadea si se activa 'Evac', con 'Alert' no

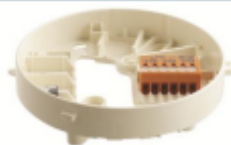
Visión general de tipos

Tipo	Denominación	Número de pedido	Peso [kg]
FDS229-R	Sirena de alarma con indicador óptico adicional de color rojo	A5Q00023093	0,130
FDS229-A	Sirena de alarma con indicador óptico adicional de color naranja	A5Q00023092	0,130

Accesorios

Tipo	Denominación	Número de pedido	Peso [kg]
FDB221	Zócalo del detector direccionable	A5Q00001664	0,027
FDB222	Zócalo del detector plano, direccionable	S54319-F1-A1	0,026
FDBZ293	Dispositivo de bloqueo del detector	A5Q00005035	0,001
FDBZ295	Base aislante	S54319-F10-A1	0,062
FDB291	Base de montaje	A5Q00001603	0,035
FDBZ291	Placa de designación del detector	A5Q00002621	0,002
FDB293	Acoplamiento zócalo húmedo	A5Q00003945	0,314
-	Prensaestopas metálico para cable M20 x 1,5	A5Q00004478	0,036
DBZ1193A	Placa de designación del detector	BPZ:4864330001	0,007
DBZ1194	Cesta protectora	BPZ:4677110001	0,138
DBZ1190-AA	Microterminal 0,28...0,5 mm ²	BPZ:4677080001	0,001
DBZ1190-AB	Terminal de conexión 0,5...2,5 mm ²	BPZ:4942340001	0,001

Zócalo del detector direccionable FDB221/FDB221-AA



Función:

- Zócalo del detector con soportes para detector de incendios con evaluación de señales direccionable
- Terminales de conexión 'naranja', sección del conductor de 0,2...1,5 mm²
- El FDB221-AA incluye además el microterminal DBZ1190-AA

Utilización:

- Para entrada de cable para montaje empotrado
- Para la entrada de cable para montaje en superficie hasta diámetros de cable de 6 mm

Zócalo del detector plano, direccionable FDB222



Función:

- Zócalo del detector de incendios plano para detector de incendios con evaluación de señales direccionable
- Terminales de conexión 'naranja', sección del conductor de 0,2...1,5 mm²

Utilización:

- Para el montaje empotrado en el techo, solo para entradas de cable para montaje empotrado

Base aislante FDBZ295



Función:

- Para aumentar la categoría de protección. No obstante, los detectores ya no pueden colocarse ni retirarse mediante el extractor de detectores.

Aviso: No puede utilizarse en combinación con la placa de designación del detector FDBZ291.

Acoplamiento zócalo FDB291



Función:

- Para la entrada de cables para montaje en superficie superior a \varnothing 6 mm
- El zócalo del detector se fija con un cierre de encaje a presión

Placa de designación del detector FDBZ291



- Para la identificación de la dirección de ubicación
- Utilización solo sin junta del zócalo del detector FDBZ295

Microterminal DBZ1190-AA y terminal de conexión DBZ1190-AB



- Microterminal DBZ1190-AA
 - Para sección del conductor de máx. 0,5 mm²
- Terminal de conexión DBZ1190-AB
 - Para sección del conductor de máx. 2,5 mm²
 - Para la conexión de dos indicadores de alarma externos o del apantallamiento de cables

Acoplamiento zócalo húmedo FDB293



- Para alcanzar una categoría de protección más elevada
- Para el montaje en entornos mojados o húmedos
- Necesario si se utiliza el calefactor del detector FDBH291
- Necesario si se utiliza la jaula protectora DBZ1194 o bien la jaula protectora CEM FDBZ294
- Montaje entre zócalo del detector y techo
- Montaje rápido del zócalo del detector: El zócalo del detector se encaja en el acoplamiento zócalo húmedo FDB293.

Placa de designación del detector DBZ1193A



- Para la identificación de la dirección de ubicación
- Utilización solo con acoplamiento zócalo mojado FDB295/BA721 o bien acoplamiento zócalo húmedo FDB293

Jaula protectora DBZ1194



- Para proteger a la sirena de alarma contra daños
- Montaje solo con acoplamiento zócalo húmedo FDB293 o acoplamiento zócalo mojado FDB295/BA721

Documentación del producto

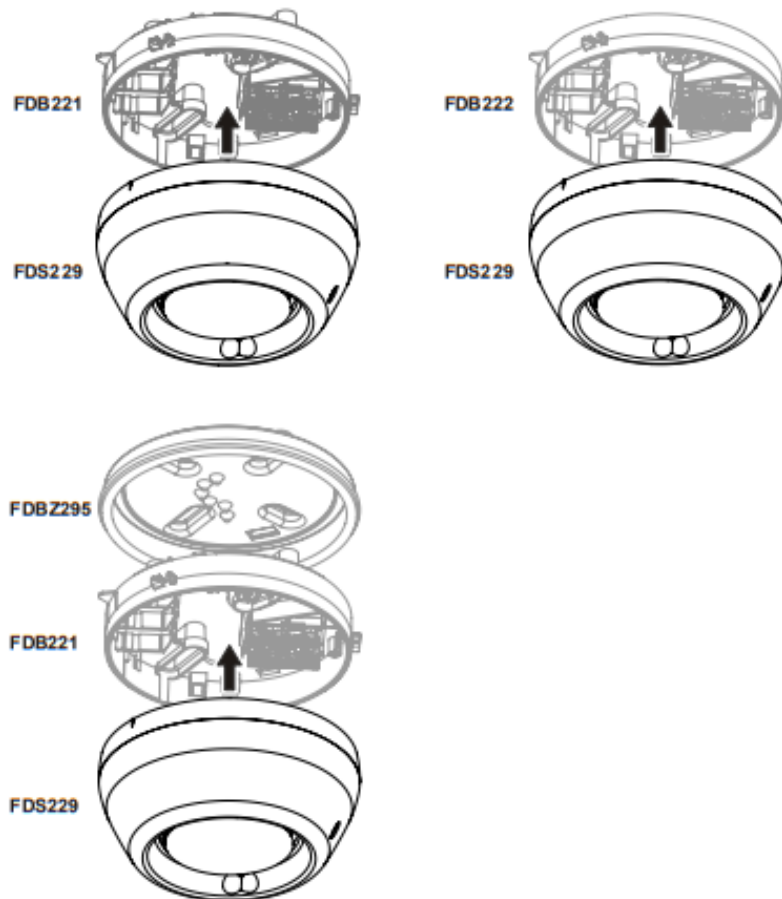
ID del documento	Título
007227	Manual técnico Extractor/probador de detectores FDUD292
008331	List of compatibility (para la línea de productos 'Sinteso™')
009718	Manual técnico Probador inteligente de detectores FDUD293
010095	Documentación técnica Sirena de alarma con indicador óptico adicional FDS229
010096	Montaje Sirena de alarma con lámpara de destellos FDS229
A6V10208532	Montaje Elemento de junta
A6V10208546	Montaje Zócalo del detector FDB20x/FDB201-AA, FDB22x/FDB221-AA, Acoplamiento zócalo FDB291, Placa de designación del detector FDBZ291, Detector Dummy FDX291
A6V10208550	Montaje Acoplamiento zócalo húmedo FDB293
A6V10208552	Montaje Dispositivo de bloqueo del detector FDBZ293
A6V10229261	List of compatibility (para la línea de productos 'Cerberus™ PRO')
A6V10331076	Montaje Acoplamiento zócalo húmedo FDB295, Placa de designación del detector DBZ1193A, Jaula protectora DBZ1194, Jaula protectora CEM FDBZ294
A6V10882301	List of compatibility (para la línea de productos 'FC360')

Los documentos relacionados tales como declaraciones medioambientales, declaraciones CE y otros pueden descargarse desde la siguiente dirección de internet:

<http://siemens.com/bt/download>

Montaje

- La sirena de alarma FDS229 se inserta directamente en el zócalo del detector y se monta en paredes o techos.
- Para entradas de cables para montaje empotrado
- Posible para entradas de cables para montaje en superficie hasta un diámetro de cable de 6 mm con zócalo FDB221, en caso contrario deberá utilizarse el acoplamiento zócalo FDB291 o el acoplamiento zócalo húmedo FDB293
- Para una categoría de protección más alta deberá utilizarse la base aislante FDBZ295, solo para entradas de cables para montaje empotrado




Eliminación



Conforme a la Directiva europea, para su eliminación, el dispositivo es considerado residuo de dispositivo eléctrico y electrónico, por lo que no se puede desechar como residuo doméstico.

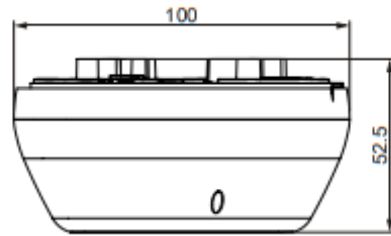
- Deseche el dispositivo a través de los canales previstos para tal fin.
- Tenga en cuenta la legislación local y vigente actualmente.

Datos técnicos		
	FDS229-R	FDS229-A
Tensión de servicio	DC 12...33 V	
Corriente de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • En silencio: 250 µA • Tono activado: 3,5 mA • Indicador óptico adicional activado: 3,5 mA • Tono e indicación activados: 7,0 mA 	
Tonos	11 2 niveles de activación 3 niveles de volumen	
Nivel de sonido	80...99 dB(A)	
Cantidad Patrón de intermitencia	1 (intermitente)	
Intensidad de luz a DC 32 V, en función del ángulo de visión -30...+30°	1,27...3,2 cd	1,1...2,8 cd
Indicador de alarma externo	2	
Temperatura de servicio	-25...+65 °C	-25...+55 °C
Temperatura de almacenamiento	-30...+75 °C	
Humedad del aire	≤95 % rel.	
Protocolo de comunicación	FDnet/C-NET	
Terminales de conexión	Según el zócalo del detector	
Color	Rojo transparente	Naranja transparente
Categoría de protección EN 60529 / IEC 60529 FDS229 con	<ul style="list-style-type: none"> • zócalo FDB221 o FDB222 • Acoplamiento zócalo FDB291 • Zócalo FDB221 y base aislante FDBZ295 • Acoplamiento zócalo húmedo FDB293 	
Estándares	EN 54-3, EN 54-17	
Homologaciones	<ul style="list-style-type: none"> • VdS: G207156 • LPCB: 531p/03 • DNV GL (Marino): MEDB00003UV 	<ul style="list-style-type: none"> • VdS: G207156 • LPCB: 531p/02 • DNV GL (Marino): MEDB00003UV
Compatibilidad del sistema C-NET, FDnet	FS720, FS20, FC360	

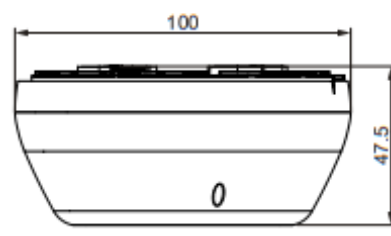
07  0786	FDS229-A / FDS229-R	Siemens Schweiz AG; Thelenstrasse 1a CH-6300 Zug Technical data: see doc. 010095
FDS229 - Sounder ind. short-circuit indicator for use in fire detection and fire alarm systems installed in buildings.		
305/2011/EU (CPR); EN 54-3 / EN 54-17; 2014/30/EU (EMC); EN 50130-4 / EN 61000-6-3; 2011/65/EU (RoHS); EN 50581		
The declared performance and conformity can be seen in the Declaration of Performance (DoP) and the EU Declaration of Conformity (DoC), which is obtainable via the Customer Support Center: Tel. +49 89 9221-8000 or https://siemens.com/btdownload		
DoP No.: 0786-CPR-20345; DoC No.: CED-FDS229		

Esquema de dimensiones

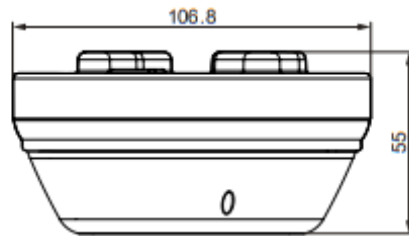
FDS229 con FDB221



FDS229 con FDB222



FDS229 con FDB221 y FDBZ295



Editado por
Siemens Switzerland Ltd
Building Technologies Division
International Headquarters
Thalerstrasse 1a
CH-6300 Zug
Tel. +41 58 724 2424
www.siemens.com/buildingtechnologies

© Siemens Switzerland Ltd, 2015
Reservadas las posibilidades de suministro y modificaciones técnicas.

Documento ID A6V10229545_g_es_--
Edition 2018-06-15

Manual FD20/FD720
Registro 6

7.6. Panel de Control FC922

SIEMENS
Ingenuity for life

Cerberus® PRO

Panel de control de alarmas de incendios direccionable de 252 y 504 puntos
Modelos FC922 | FC924

Especificaciones para arquitectos e ingenieros

- Panel de control de alarma de incendios (FACP) direccionable diseñado para edificios de tamaño mediano
- Contiene los siguientes componentes del sistema:
 - Unidades de operación
 - Paneles de periféricos
 - Fuentes de alimentación
 - Carcasas del sistema a prueba de detección "Walk Test"
- Características del sistema:
 - Admite dispositivos direccionables de 252 hasta 504 puntos:
 - De uno (1) a cuatro (4) de "clase B" y uno (1) o dos (2) de "clase A" para el modelo FC922
 - De uno (1) a ocho (8) de "clase B" y de uno (1) a cuatro (4) de "clase A" para el modelo FC924
- Capacidad de registro de historial de 10 000 eventos
- Incluye un (1) circuito de dispositivos de notificación (NAC) de "clase A" o dos (2) NAC de "clase B"
- Fuente de alimentación [nominal] auxiliar reseteable y no reseteable de 24 VCC
- Conectividad a un módulo de enlace de ciudad/línea dedicada
- El módulo de liberación admite la activación de válvulas de liberación de agentes/sistemas de extinción/preacción
- Mensaje de advertencia de anomalía antes del reseteable o miento
- Configuración rápida y sencilla gracias a la función de configuración automática
- Conexión de red de hasta 32 paneles usando SafeDLink/CV Web
- La estación de gestión de peligros Cerberus® DMS puede supervisar y controlar hasta 32 FACP modelos FC922 y FC924
- Admite varias pantallas globales
- Transmisor comunicador de alarmas digitales (DACT)
- Homologación UL 864 10.a edición y ULC-5527
- Aprobado por el departamento de bomberos de la ciudad de Nueva York y por FM, CSFM

Descripción general del producto

El FACP direccionable Cerberus PRO de 252 puntos (modelo FC922) / 504 puntos (modelo FC924) está diseñado para satisfacer las necesidades de los edificios de tamaño mediano en términos de protección contra incendios. Este FACP avanzado ofrece características que suelen ser necesarias para los edificios de tamaño mediano en un paquete fácil de instalar y a un precio competitivo.

Además, los modelos FC922 y FC924 se pueden utilizar en red, de forma que permiten que los sistemas puedan satisfacer las crecientes necesidades de los edificios en materia de protección contra incendios. El software de programación para los sistemas de incendios de 252/504 puntos se aloja en una memoria flash de solo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM).

En el FACP de 252/504 puntos se utilizan los siguientes componentes del sistema Cerberus PRO:

- Unidades de operación
- Paneles de periféricos
- Fuentes de alimentación
- Carcasas o gabinetes del sistema

Se encuentran disponibles opciones adicionales para satisfacer las necesidades específicas.

Los modelos FC922 y FC924 cuentan con aprobación FM (n.º 3010); CSFM (n.º 7165-0067:0259) y del Departamento de Bomberos de Nueva York (n.º 6104).



Modelo FC922

Especificaciones

Unidad de la interfaz operativa

La unidad de la interfaz operativa (modelos FCM2018-U3 o FCM2019-U3) funciona como interfaz operativa y microprocesador central de los modelos FC922 y FC924 con un registro de historial de hasta 10,000 eventos.

Cada unidad de la interfaz operativa ofrece una capacidad multiusuario para que cada usuario final pueda "reconocer" los eventos de forma eficaz, controlar con rapidez los circuitos de los aparatos de notificación (NAC) del FACP correspondiente y realizar un reseteo manual del sistema correspondiente. En la pantalla LCD de 2"-x- 4-3/4" (5,1 cm -x- 12,1 cm) también se puede visualizar información detallada acerca de la naturaleza y ubicación de los eventos, para cuya lectura puede utilizarse el botón de navegación de cuatro (4) direcciones que se encuentra en la parte superior del FACP.

Nota: Para aplicaciones en **Canadá** que requieren una unidad de manejo Desigo con LED, se debe pedir el modelo FCM2035-U3.

Paneles de periféricos

Los paneles de periféricos (modelos FCI2016-U1 y FCI2017-U1) actúan como componentes operativos principales del FACP de 252 y 504 puntos. Cada módulo opera y supervisa la identidad del dispositivo de entrada, además de controlar los circuitos de la línea de señalización que se comunican con los detectores de humo y con otros dispositivos de campo (es decir, C-NET).



Siemens
Infraestructura inteligente – Building Products

Hoja de datos S9815
usa.siemens.com/fire

Especificaciones (continuación)

Fuentes de alimentación

Las fuentes de alimentación (modelos FP2011-U1 o FP2012-U1) admiten todas las funciones, por lo que no se necesitan fuentes de alimentación externas.

Además, la fuente de alimentación de 170 vatios (modelo FP2011-U1) y la fuente de alimentación de 300 vatios (modelo FP2012-U1) ofrecen una potencia principal nominal de 24 VCC para el funcionamiento normal de los modelos FC922 y FC924. Ambas fuentes de alimentación están filtradas y reguladas. El modelo FP2011-U1 tiene una intensidad nominal de 6,5 amperios y el modelo FP2012-U1 de 11,5 amperios.

La fuente de alimentación de 170 vatios incorpora un fusible de fusión lenta no reseteable de 4,0 A en la entrada principal y, además, incorpora un filtro de línea CA para regulación y supresión del ruido. El modelo FP2011-U1 se monta en la carcasa o gabinete del FACP y ninguna de las piezas de Cerberus PRO precisa de mantenimiento.

La fuente de alimentación de 300 vatios incorpora dos (2) fusibles de fusión lenta reemplazables no reseteables de 6,3 A en la entrada principal y, además, incorpora un filtro de línea CA para regulación y supresión del ruido. El modelo FP2012-U1 se monta en la carcasa o gabinete del FACP y ninguna de las piezas de Cerberus PRO precisa de mantenimiento.

Carcasas o gabinetes del sistema

Las carcasas o gabinetes de alarmas contra incendios Cerberus PRO y sus accesorios ofrecen un conjunto completo de hardware para montar todo el sistema principal Cerberus PRO, así como los módulos y las tarjetas del terminal remoto.

El hardware permite que el sistema Cerberus PRO se configure para una serie de aplicaciones diversas y, además, permite que se realicen futuras actualizaciones del sistema. En las series de carcasas o gabinetes se incluyen los conjuntos de caja posterior y puerta, placas de montaje extraíbles y objetivos claros, además de placas vacías para utilizarlas con las puertas de la carcasa.

Todas las carcasas incorporan bandas antiestáticas de descarga a tierra para las puertas interiores y exteriores, casquillos con terminaciones blindadas y uniones de lazos para proteger los cables. Todas las carcasas o gabinetes con unidad de dos alturas o filas (2HU) Cerberus PRO pueden alojar también baterías auxiliares de hasta 33 Ah de capacidad.

Los modelos FC922 y FC924 utilizan una carcasa o gabinete con una unidad de dos alturas o filas. Los siguientes componentes conforman una carcasa o gabinete completo con una unidad de dos alturas o filas:

- Una (1) caja posterior (modelo FHB2002-U1/R1)
- Una (1) o dos (2) puertas interiores, (modelos FHD2004-U1 o FHD2005-U1)
- Una (1) puerta exterior (modelos FHD2002-U3/R3 o FHD2003-U3/R3)
- Una (1) o dos (2) ventanas claras (modelo FHD2006-U1)

El tamaño aproximado de cada carcasa o gabinete con unidad de dos alturas o filas es: 27,5" (70 cm) de alto x 21,5" (54,6 cm) de ancho x 5,75" (14,6 cm) de profundidad. El peso, sin ningún componente acoplado, es de 6,3 libras (2.858 g).

Nota: una (1) ventana se instala para la puerta exterior del modelo FHD2002-U3/R3 y se requieren dos (2) ventanas para el modelo FHD2003-U3/R3.

Además, la carcasa o gabinete con unidad de dos alturas o filas admite los siguientes componentes opcionales:

- Juego de acabados de la carcasa o gabinete (para montaje empotrado)
- Soporte de batería (para cumplir con la certificación sísmica)
- Juego de rieles DIN (permite establecer la conexión entre el cableado interno del sistema y el cableado de campo)

Accesorios opcionales

Transmisor comunicador de alarmas digitales (DACT)

El DACT se utiliza para establecer la comunicación entre los modelos FC922 y FC924 y con la estación central o la estación de supervisión remota. El módulo del modelo FCA2015-U1 se monta directamente en la carcasa o gabinete posterior y se conecta a los paneles de periféricos. El DACT permite la transmisión remota de alarmas y eventos a través de una línea telefónica pública.

Módulo de liberación

El módulo de liberación (modelo XCI2001-U1) admite la activación de las válvulas de liberación en sistemas de extinción preventiva (incluidos sistemas preventivos de entrelazado doble o sistemas de ingeniería Sinorix® para la extinción de incendios). La activación puede controlarse según el evento del que se trate o la pueden realizar estaciones de activación manual direccionables. El módulo de liberación se instala en el panel de periféricos y admite circuitos de liberación de "clase B".

Cuando se instala en los modelos FC922/FC924, el módulo de liberación contiene un conmutador integral de desconexión manual para los circuitos de liberación. Esta importante función protege los circuitos de liberación frente a descargas accidentales durante las tareas de mantenimiento.

Módulo de enlace de ciudad/línea dedicada

El módulo de enlace de ciudad/línea dedicada (modelo FCI2020-U1) se utiliza como módulo opcional que ofrece una salida de energía local para las conexiones municipales de teléfono público. El modelo FCI2020-U1 también ofrece una salida de polaridad inversa para las conexiones de línea dedicada. El modelo FCI2020-U1 se instala en el panel de periféricos de los FACP modelos FC2025 y FC2050.

Cuando se utiliza para la conexión con un teléfono público municipal, la función de enlace de ciudad admite la transmisión de eventos Alarm (Alarma). Cuando se utiliza para conexiones de línea dedicada, el módulo admite dos (2) líneas de teléfono dedicadas para transmitir eventos Alarm (Alarma), Trouble (Problema) y Supervisory (Supervisión).

Módulo de desconexión de batería

El Módulo de desconexión de batería (Modelo FCA2032-U1) se ha diseñado específicamente para desconectar la batería de respaldo del FACP direccionable Cerberus PRO de 252/504 puntos cuando la tensión cae por debajo de 19 VCC. La capacidad de corte del modelo FCA2032-U1 evita que la batería funcione fuera de su nivel de alimentación normal para funcionamiento básico del sistema.

Juego de hardware de migración

El panel Cerberus PRO 922/924 ofrece soporte para sistemas convencionales y direccionables existentes de Siemens. Los juegos de la serie del modelo FHA2056 están diseñados específicamente para la transición sin problemas de un panel de control Siemens FS-250 (FireSeeker) o MPC6000 existente a un FACP de alarmas de incendios Cerberus PRO completamente operativo de 50 | 252 o 504 puntos, [FC901 | FC922 o FC924], respectivamente.

Cada juego de la serie del modelo FHA2056 enviado contiene las siguientes piezas de equipo:

- una (1) puerta exterior
- una (1) puerta interior
- un (1) conjunto de bisagras de soporte
- una (1) placa posterior
- un (1) soporte de puerta interior

NOTA: Los cinco (5) elementos que componen un (1) juego de hardware de migración de la serie del modelo FHA2056 no se pueden solicitar de manera individual.

El modelo FHA-MIQRIT-04/-05 ofrece soporte para los periféricos MXL y MXL-IQ existentes usando el módulo de interfaz de dispositivo FCL2004.

Especificaciones

Juego de hardware de migración (continuación)

Esto permite al usuario configurar un panel Cerberus PRO para comunicarse con dispositivos direccionables más antiguos, ofreciendo una solución de migración sin problemas al sistema de última tecnología.

Módulo de red

El módulo de red C-WEB (modelo FN2001-U1) se utiliza para establecer una conexión de red de hasta 16 FACP, o un (1) terminal de incendios, a través del bus del sistema C-NET.

El modelo FN2001-U1 se conecta a las unidades de operación (modelos FCM2018-U3/R3 y FCM2019-U3/R3). El modelo FN2001-U1, que se conecta a un bus de entrada/salida del sistema, incorpora la supervisión de fallos de conexión a tierra, así como una función integrada de modo degradado. Las conexiones de red redundantes se realizan con un (1) módulo de red por FACP [problema de bucle simple]. Hay aislamiento eléctrico entre el bus del sistema y el FACP.

Terminales de pantalla remota

Los terminales de pantalla remota (modelos FT2014-U3/R3 y FT2015-U3/R3) son avisadores remotos que muestran el estado actual de los modelos FC922/FC924. Los terminales de pantalla remota (modelos FT2014-U3/R3 y FT2015-U3/R3) son avisadores remotos que se pueden configurar como pantallas globales e indican el estado del sistema en tiempo real.

Se iluminarán los LED para un evento determinado de *Alarm (Alarma)*, *Supervisory (Supervisión)* y *Trouble (Problema)* del sistema Cerberus PRO. En la pantalla LCD aparecerán los detalles del evento de forma alfanumérica. El botón de navegación de cuatro direcciones permite desplazarse por la pantalla para detectar eventos adicionales.

El modelo FT2014-U3/R3 es un avisador remoto solo de pantalla que incorpora un (1) botón que sirve para silenciar el sensor local. Por otra parte, el modelo FT2015-U3/R3 tiene tres (3) botones de control que permiten "reconocer" eventos, "silenciar" los circuitos sonoros y "restablecer" el sistema. Asimismo, incorpora tres (3) botones programables por el usuario. El modelo FT2015-U3/R3 incorpora un interruptor de llave integral que permite utilizar los botones de control.

Los terminales de pantalla remota están conectados de forma remota a los modelos FC922 y FC924 a través de la interfaz RS-485. Los modelos FC922 y FC924 precisan del modelo FCA2016-U1 del módulo RS-485 para establecer comunicación con los terminales de pantalla remota. El modelo FCA2016-U1 admite el cableado de Estilo 4 o de Estilo 6. Se admiten hasta ocho (8) módulos en un bus RS-485.

Los terminales de pantalla remota requieren una potencia [nominal] de 24 VCC, y la potencia necesaria puede proceder de este FACP de Cerberus PRO o de otra fuente de alimentación de 24 VCC con homologación UL/ULC.

Nota: Una puerta interior modelo FHD2012-U1 se puede comprar opcionalmente en los mercados UL. La puerta interior se instala en los terminales de pantalla remota de la serie del modelo FT201x que son opcionales. Tener una puerta interior modelo FHD2012-U1 instalada puede ayudar a prevenir el acceso no autorizado al RDT.

Tedas de licencia de la Serie S

La teta de licencia S1 (modelo FCA2033-A1) permite el monitoreo y control virtuales entre un panel solo contra incendios direccionable de 252/504 puntos y una computadora personal.

La teta de licencia S2 (modelo FCA2034-A1) es una salida BACnet y es utilizada por un sistema externo únicamente con fines de supervisión de objetos de seguridad personal.

La teta de licencia S3 (modelo FCA2035-A1) es una teta de licencia combinada que permite el monitoreo y control virtuales, así como la distribución de BACnet (solo supervisión). Se debe usar un número de identificación personal (PIN) de cuatro dígitos para evitar el acceso no autorizado.

Anunciadores tabulares

Los anunciadores tabulares permiten que los eventos del sistema enviados desde los paneles direccionables Cerberus PRO se muestren de manera remota en tiempo real.

La serie del modelo FT2008 de anunciadores tabulares tiene 16 zonas y la serie modelo FT2009 usa 96 LED para 32 zonas. Por zona, se pueden usar hasta dos (2) diodos emisores de luz (LED). Los anunciadores tabulares proporcionan salidas para el sistema y estado de zona, y se pueden pedir en negro o rojo.

Módulo de periféricos remotos

El módulo periférico remoto (modelo FCA2018-U1) proporciona un medio de conexión de un FACP Desigo a una impresora paralela (modelo PAL-1) a fin de crear copias impresas de los informes de configuración y de estado del sistema.

El modelo FCA2018-U1 es un módulo inteligente supervisado que integra la supervisión transitoria y el direccionamiento de decimales sin formato.

El modelo FCA2018-U1 está conectado de forma remota al bus de comunicación RS-485 del modelo FCA2016-U1 desde cualquier carcasa o gabinete del sistema Desigo Fire Safety. El modelo FCA2018-U1 utiliza el cableado de "clase B" (estilo 4) o de "clase A" (estilo 6) y ofrece dos (2) puertos RS-232 serie y un (1) único puerto paralelo que permite la conexión con el modelo PAL-1.

Controlador de anunciador LED

El controlador de anunciador LED modelo FT2007-U1 ofrece anunciadores gráficos personalizados en FACP Cerberus PRO direccionables. Este módulo de sistema opcional ofrece 96 salidas altamente programables para controlar los indicadores LED. Hay 16 entradas para alojar los comandos del sistema del usuario: *Silence (Silenciar)*, *Unsilence (Desactivar silenciamiento)*, *Reset (Restablecer)*, *Acknowledge (Reconocer)* y *Lamp Test (Prueba de indicadores)*.

El modelo FT2007-U1 es supervisado a través de la interfaz RS-485. Se permite un máximo de ocho (8) módulos en cada bus de comunicación RS-485.

Controlador gráfico de entrada/salida

El controlador gráfico de entrada/salida (E/S) (modelo FT2003-U1) es un accesorio del sistema de protección contra incendios en el circuito de interfaz RS-485 (modelo FCA2016-U1). El modelo FT2003-U1, que se utiliza como una combinación de unidad operativa / pantalla remota autónoma, ofrece la posibilidad de crear un avisador gráfico para los FACP direccionables Desigo Fire Safety de 252/504 puntos.

El modelo FT2003-U1, que se entrega sin carcasa o panel de visualización, consta de una placa de circuito impreso (PCB) de indicador y un controlador PCB que van atornillados conjuntamente.

Cada controlador de E/S dispone de 32 salidas para controlar LED programables y también dispone de 16 entradas para dar cabida a comandos del sistema definidos por el usuario, como por ejemplo: *Reconocimiento*; *Silenciar* o *Restablecer*.

Módulo de expansión de NAC

El módulo de expansión de NAC (modelo FCI2011-U1) ofrece los siguientes NAC adicionales para el FACP Cerberus PRO de 252 y 504 puntos:

- un (1) NAC de "clase A" o
- dos (2) de "clase B"

Cada NAC tiene una intensidad de 3 amperios. Cada módulo de expansión de NAC se controla para condiciones de línea abierta cortocircuito.

Rango de humedad y temperatura

Los modelos FC922 y FC924 cuentan con la homologación UL 864 10.a Edición y ULC-5527 para entornos secos interiores dentro de un intervalo de temperatura comprendido entre 120+/-3 °F (2 °C) y 32+/-3 °F (0+/-2 °C), y con una humedad relativa de 93+/-2 % a una temperatura de 90+/-3 °F 32+/-2 °C.

Información para pedidos		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
FCI2020-U1	S54400-A57-A1	Módulo de enlace de ciudad/línea dedicada
FCM2018-U3	S54400-C40-A2	Unidad de la interfaz operativa
FP2011-U1	500-450222	Fuente de alimentación de 170 vatios
FP2012-U1	S54400-260-A1	Fuente de alimentación de 300 vatios
FT2007-U1	S54400-A142-A1	Controlador de anunciador LED
FT2008-U1	S54400-A143-A1	Anunciador tabular de 16 zonas, negro
FT2008-R1	S54400-A144-A1	Anunciador tabular de 16 zonas, rojo
FT2009-U1	S54400-A145-A1	Anunciador tabular de 32 zonas, negro
FT2009-R1	S54400-A146-A1	Anunciador tabular de 32 zonas, rojo
FT2014-U3	S54400-B80-A1	Terminal de pantalla remota, negro
FT2014-R3	S54400-B73-A1	Terminal de pantalla remota, rojo
FT2015-U3	S54400-B88-A1	Terminal de pantalla remota, negro
FT2015-R3	S54400-B16-A1	Terminal de pantalla remota, rojo
FT2001-U1	S54400-A98-A1	Panel del terminal de incendios
FCA2015-U1	S54400-A63-A1	Transmisor digital de comunicación de alarmas
FN2001-U1	S54400-A60-A1	Módulo de red C-WEB Módulo de red C-WEB Módulo de red C-WEB
FCA2016-U1	S54400-A39-A1	Interfaz RS-485
FCA2018-U1	S54400-A65-A1	Módulo de periféricos remotos
FCA2032-U1	S54400-B145-A1	Módulo de desconexión de batería
FCA2033-U1	S54400-P154-A1	Tecla de licencia (S1) para acceso remoto visualización remota operación remota
FCA2034-U1	S54400-P155-A1	Tecla de licencia (S2) para salida BACnet (solo supervisión)
FCA2035-U1	S54400-P156-A1	Tecla de licencia (S3) para acceso remoto visualización remota operación remota salida BACnet
FCI2011-U1	S54400-A54-A1	Módulo de expansión de NAC
FCI2016-U1	S54400-A55-A1	Placa de periféricos de 252 puntos
FCI2017-U1	S54400-A56-A1	Placa de periféricos de 504 puntos
XCI2001-U1	S54400-A69-A1	Módulo de liberación
FCM2019-U3	S54400-C41-A2	Unidad de la interfaz operativa (con LED)
FCM2022-U3	S54400-C44-A2	Módulo de opciones en blanco
FCM2023-U3	S54400-C45-A2	Módulo de opción LED [LED bicolor rojo/amarillo; un (1) LED amarillo]
FCM2034-U3	S54400-C138-A1	Módulo con opción LED: [LED bicolor rojo/amarillo; un (1) LED amarillo]

Información para pedidos (cont.)		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
FN2006-U1	S54400-A61-A1	Módulo de fibra óptica de modo simple
FN2007-U1	S54400-A62-A1	Módulo de fibra óptica multimodo
FHB2001-U1	S54400-B47-A1	Caja posterior de la unidad de una altura, negra
FHB2001-R1	S54400-B47-A2	Caja posterior de la unidad de una altura, rojo
FHB2002-U1	S54400-B48-A1	Caja posterior de la unidad de dos alturas, negra
FHB2002-R1	S54400-B48-A2	Caja posterior de la unidad de dos alturas, rojo
FHD2001-U3	S54400-B46-A1	Puerta exterior de la unidad de una altura, negra
FHD2001-R3	S54400-B40-A1	Puerta exterior de la unidad de una altura o fila, roja
FHD2002-U3	S54400-B32-A1	Puerta exterior de unidad de dos alturas o filas [con una (1) ventana], negra
FHD2002-R3	S54400-C63-A1	Puerta exterior de unidad de dos alturas o filas [con una (1) ventana], rojo
FHD2003-U3	S54400-C42-A1	Puerta exterior de unidad de dos alturas o filas [con dos (2) ventanas], negra
FHD2003-R3	S54400-B46-A1	Puerta exterior de unidad de dos alturas o filas [con dos (2) ventanas], rojo
FHD2004-U1	S54400-B52-A1	Puerta interior negra
FHD2005-U1	S54400-B53-A1	Puerta interior negro opaco
FHD2006-U1	S54400-C46-A1	Ventana con objetivo claro
FHD2012-U1	S54400-C135-A1	Puerta interior opcional [para alojar una terminal de pantalla de la serie FT201], negra
FHA2056-U1	S54400-B18-A1	Juego de hardware de migración Cerberus PRO, negro
FHA2056-R1	S54400-B19-A1	Juego de hardware de migración Cerberus PRO, rojo
FHAMICKIT-04	S54400-C24-A1	Juego de migración mecánica MXL-IQ, Negro
FHAMICKIT-05	S54400-C25-A1	Juego de migración mecánica MXL-IQ, Rojo
FHAMICKIT-03	S54400-K1-A1	Un (1) cable PMI y un (1) cable de prolongación
FHAMICKIT-01	S54400-A66-A1	Un (1) módulo FCL2004 con cable PMI
FHAMICKIT-02	S54400-A67-A1	Un (1) módulo FCL2004 con cable de prolongación
FCL-MXLPLATE	S54400-B153-A1	Soporte de montaje para FCL2004 (2HUI/USCG)
FH2072-UA	S54433-A5- A1	Gabinete de batería universal
FTH2073-UA	S54433-A6- A1	Gabinete de anunciador universal
FH2072-UA	S54433-A5- A1	Gabinete de batería universal
FTH2073-UA	S54433-A6- A1	Gabinete de anunciador universal

Paquete de piezas electrónicas		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
FC922-US	S5400-C14-A1	Sistema contra incendios de 252 puntos con fuente de alimentación de 170 vatios e interfaces de operador estándar. Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2011-U1 (Cant. 1) FCI2016-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FC924-US	S5400-C15-A1	Sistema contra incendios de 504 puntos con fuente de alimentación de 170 vatios e interfaces de operador estándar. Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2011-U1 (Cant. 1) FCI2017-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FC922-UE	S5400-C16-A1	Sistema contra incendios de 252 puntos con fuente de alimentación de 170 vatios e interfaces de operador estándar. (con LED de 24 zonas) Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2011-U1 (Cant. 1) FCI2016-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FC924-UE	S5400-C17-A1	Sistema contra incendios de 504 puntos con fuente de alimentación de 170 vatios e interfaces de operador estándar. (con LED de 24 zonas) Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2011-U1 (Cant. 1) FCI2017-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FT924-US	S5400-C18-A1	Terminal de red con interfaz del operador estándar Induye: <ul style="list-style-type: none"> FTI2001-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FT924-UE	S5400-C19-A1	Terminal de red con interfaz del operador estándar (con LED de 24 zonas) Induye: <ul style="list-style-type: none"> FTI2001-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FC922-UT	S5400-C20-A1	Sistema contra incendios de 252 puntos con fuente de alimentación de 300 vatios e interfaces de operador estándar. Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2012-U1 (Cant. 1) FCI2016-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)
FC924-UT	S5400-C21-A1	Sistema contra incendios de 504 puntos con fuente de alimentación de 300 vatios e interfaces de operador estándar. Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2012-U1 (Cant. 1) FCI2017-U1 (Cant. 1) FCM2018-U3 (Cant. 1)

Paquete de piezas electrónicas (continuación)		
MODELO O TIPO	NÚMERO DE PIEZA	PRODUCTO
FC922-UF	S5400-C22-A1	Sistema contra incendios de 252 puntos con fuente de alimentación de 300 vatios e interfaces de operador estándar (con LED de 24 zonas) Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2012-U1 (Cant. 1) FCI2016-U1 (Cant. 1) FCM2019-U3 (Cant. 1)
FC924-UF	S5400-C23-A1	Sistema contra incendios de 504 puntos con fuente de alimentación de 300 vatios e interfaces de operador estándar (con LED de 24 zonas) Induye: <ul style="list-style-type: none"> FP2012-U1 (Cant. 1) FCI2017-U1 (Cant. 1) FCM2019-U3 (Cant. 1)
Aplicaciones específicas de Canadá:		
FCM2035-U3	S5400-C140-A1	Unidad operativa mejorada (con LED)

Nota: Consulte la hoja de datos n.º 9800 para obtener información sobre el paquete de piezas electrónicas específico de Canadá.

Documentación relacionada	
Producto	Número de hoja de datos
Unidades de la interfaz operativa Cerberus PRO	9801
Paneles de periféricos de sistema Cerberus PRO	9802
Terminal de incendios Cerberus PRO y equipos	9803
Transmisor comunicador de alarmas digitales Cerberus PRO (DACT)	9804
Módulo de red C-WEB	9805
Fuentes de alimentación de 170 vatios y 300 vatios	9806
Carcasas o gabinetes de alarmas de incendios Cerberus PRO y equipos	9807
Módulo de expansión de NAC	9808
Módulo de liberación	9809
Módulo de enlace de ciudad/línea dedicada	9810
Módulo periférico remoto Cerberus PRO	9811
Terminales de pantalla remota Cerberus PRO	9812
Módulos de fibra óptica de modo único/multimodo	9814
Módulos con opciones de LED/vaciós	9816
Módulo de desconexión de batería	9819
Tedas de licencia de la Serie S	9820
Equipos marinos de detección y protección contra incendios Cerberus PRO	9822
Contrador de anunciador LED Cerberus PRO	9824
Anunciadores tabulares de 16 y 32 zonas Cerberus PRO	9825
Juego de hardware de migración Cerberus PRO	9826

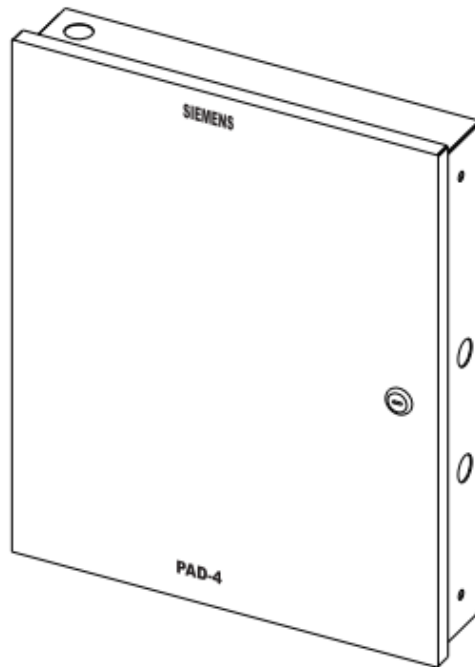
7.7.Fuente de Poder PAD 4

SIEMENS

Model PAD-4

Distributed Power Module NAC Expander

Installation, Operation and Maintenance Manual



P/N 315-050217-4

Siemens Industry, Inc.
Building Technologies Division

La ficha técnica es muy grande, para consultarla completa dirigirse al siguiente enlace:
<https://sid.siemens.com/v/u/A6V10406110>

8. Cotizaciones

8.1. Oferta Económica ITESA S.A



ITESA[®]

TODO EN SEGURIDAD ELECTRÓNICA Y ELECTROMECAÁNICA

Propuesta Comercial

Nicole Badilla Fallas
ventas@itesacr.com

San José, 31 de octubre del 2023.

Señores: La Nación S.A

Estimado: Oscar Saborío Ortiz

Asunto: Se anexa propuesta por la instalación, programación del sistema de detección según información suministrada.

QTN-13044

Notas importantes:

- ✓ En caso de que el proyecto requiera de obra gris, no se contempla en esta cotización, la misma debe ser planificada y desarrollada por su representada.
- ✓ La oferta contempla realizar el proyecto en horario de lunes a viernes, de 8:00 am a 5:00 pm. En caso de necesitar laborar en otro horario se extenderá una nueva cotización
- ✓ La propuesta no contempla reparaciones o mantenimiento al sistema.
- ✓ En caso de ser necesario, si se realizan actividades a una altura superior a los dos (02) metros sobre el nivel del piso, el CLIENTE deberá proveer los equipos de elevación de personal, así como los implementos de seguridad necesarios para una ejecución adecuada de dicha actividad.
- ✓ Esta cotización no tiene validez solo es índole informativo.

OFERTA ECONÓMICA				
COD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN EQUIPO Y MATERIAL	PRECIO UNITARIO	TOTAL LÍNEA
752.3286886	2	EXTINTOR NUEVO TIPO K 9.5ts	\$ 494.00	\$ 988.00
EN4	38	Extintor Nuevo Pb No Químico ABC 20lbs	\$ 326.30	\$ 5,873.40
RR	38	Róbulos	\$ 7.80	\$ 140.40
G	38	Ganchos	\$ 7.80	\$ 140.40
Sistema de Detección				
41748	46	S/OH921 MULTISENORS MOKE DETECTOR SS4320-F6-A2 4696003990100	\$ 76.34	\$ 3,511.46
29145	3	S/H921 HEAT DETECTOR SS4320-F5-A2 4696003990100	\$ 70.42	\$ 211.26
39913	8	S/OMS-DE Addressable Double Action Manual Pull Station with Isolation - Spanish Text SS4321-F12-A1 4696003990300	\$ 104.04	\$ 832.31
25664	8	S/MT-SUR-BOX WEATHERPROOF SURFACE MOUNT BA CK BOX RED 500-693368 4696003990100	\$ 48.71	\$ 389.65
22221	3	S/PAD-4-6A COMPLETE 6A PAD-4 KIT (PAD-4 + PAD-4-ENCL + FP2011-U1)SS4339-A1-A1 4696003990100	\$ 1,790.36	\$ 5,371.08
36657	1	S/FC922-US 252-Point System With 170W Power Suplay & Stand/Oper Interface (FC2016-U1 + FCM2038-U3 + FP2011-U1) SS4400-C14-A1 4696003990100	\$ 1,874.86	\$ 1,874.86
26158	7	S/PS000 REFLECTIVE BEAMS MOKE DETECTOR SYSTEM PS000-103 4696003990100	\$ 2,590.85	\$ 17,855.93
40752	11	S/SLS88R BA O BOX, RED SS4329-F 21-A 1 4696003990100	\$ 21.18	\$ 232.95
41752	11	S/SUHSWR-F HRN/ST/WALL, RED, FIRE SS4329-F 22-A 1 4696003990100	\$ 120.26	\$ 1,322.89
2832009	70	Tubería EMT 3/4	\$ 33.00	\$ 930.00
CC	2	Carrucha de cable de incendio	\$ 260.00	\$ 520.00
GP	150	Gra para 3/4	\$ 0.85	\$ 126.75
CG	300	Caja de registro (EMT 3/4)	\$ 4.55	\$ 455.00
CO	98	Caja octogonal	\$ 1.56	\$ 152.88
BF	38	Bisforrado	\$ 5.59	\$ 100.62
CN	70	Conectores	\$ 0.72	\$ 50.05
SP	4	Protector de DITEK de transientes 120V/20A	\$ 97.50	\$ 390.00
REM	8	Rotulación de estaciones manuales	\$ 30.00	\$ 80.00
5316	30	CABLE THHN 4 CONDUMEX BLANCO	\$ 4.03	\$ 120.90
5318	30	CABLE THHN 6 CONDUMEX BLANCO	\$ 2.47	\$ 74.10
30456	45	CABLE THHN 8 CONDUMEX BLANCO	\$ 1.57	\$ 70.79
7558	90	CABLE THHN 10 CONDUMEX BLANCO	\$ 5.49	\$ 498.74
7553	150	CABLE THHN 12 CONDUMEX BLANCO	\$ 0.60	\$ 89.70
635	75	CABLE THHN 34 PHELPS DODGE BLANCO	\$ 0.43	\$ 32.38
676	24	CABLE THHN 1/0 PHELPS DODGE	\$ 30.44	\$ 250.54
677	25	CABLE THHN 2/0 PHELPS DODGE	\$ 33.01	\$ 195.20
679	25	CABLE THHN 3/0 PHELPS DODGE	\$ 36.61	\$ 249.21
680	25	CABLE THHN 4/0 PHELPS DODGE	\$ 22.91	\$ 343.59
M.O	1	Instalación y programación	\$ 11,442.50	\$ 11,442.50
			Subtotal 1	\$ 54,852.32
			Impuestos	\$ 7,130.80
			Total	\$ 61,983.12

El precio por equipo e instalación es de: **\$61 983.12 (Sesenta y un mil novecientos ochenta y tres dólares americanos con 12/100).**

CONDICIONES DE PAGO

El pago se podrá realizar en dólares de los Estados Unidos, o al tipo de cambio según el BCCR.

Forma de Pago: 50% de anticipo y 50% contra entrega una vez generada la orden de compra.

Vigencia: La presente propuesta tiene una **VIGENCIA DE 15 (QUINCE) DÍAS** contados a partir de esta fecha.

Garantía: Se brinda un año de garantía para cada uno de los dispositivos cotizados y funcionamiento del sistema siempre y cuando no sean manipulados por un tercero.

En espera de vernos favorecidos con su apreciable pedido y poder servirles en todas sus necesidades de protección contra incendio, les reiteramos nuestra total disposición a fin de detallar más ampliamente nuestra propuesta en caso de que así lo estimen conveniente.

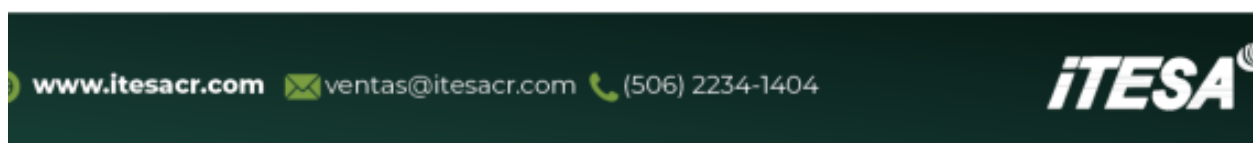



Figura 75: Oferta Económica ITESA S.A
Fuente: ITESA S.A

8.2.Oferta Económica Depósito Arenal

DEPOSITO ARENAL 1										
Jurídico: DESARROLLOS CONSTRUCTIVOS ARENAL SOCIEDAD ANONIMA Cédula: 3101883555 Dirección: Dulce Nombre de Coronado Teléfonos: (506) 22920592 E-Mail: proveedores.arena11@gmail.com										
PROFORMA										
Consecutivo: 0000000000000000113				Clave: No aplica						
Fecha emisión: 19/10/2023 12:30:18				Fecha vencimiento: 00:00:00			Agente: JOSE BRENES OCAMPO			
Condición venta: 1-CONTADO				Días crédito: 0						
Nacional S.A TELEFONO: DIRECCION: E-MAIL:							CUENTA: SN CEDULA: USUARIO: JOSE BRENES OCAMPO			
PEDIDO POR:			ENTREGA: LOCAL			ORDEN COMPRA:				
PAGINAS: 2 Día de cobro:										
Cant	Código	Nombre	Precio /U	Desc	Gravado	Exonerado	Exento	Iva	Monto iva	Total
30	CABLE THHN BLANCO #04 P/METRO Cabys: Unid THHNCBL4		3,349.558	0	100,486.74	0.00	0.00	13	13,063.28	113,550.02
30	CABLE THHN ROJO #04 P/METRO Cabys: Unid THHNRC4		3,349.558	0	100,486.74	0.00	0.00	13	13,063.28	113,550.02
30	CABLE THHN VERDE #04 P/METRO Cabys: Unid THHNVC4		3,349.558	0	100,486.74	0.00	0.00	13	13,063.28	113,550.02
30	CABLE THHN BLANCO #06 P/METRO Cabys: Unid THHNCBL6		2,181.416	0	65,442.48	0.00	0.00	13	8,507.52	73,950.00
30	CABLE THHN ROJO #06 P/METRO Cabys: Unid THHNCR6		2,181.416	0	65,442.48	0.00	0.00	13	8,507.52	73,950.00
30	CABLE THHN VERDE #06 P/METRO Cabys: Unid THHNVC6		2,181.416	0	65,442.48	0.00	0.00	13	8,507.52	73,950.00
45	CABLE THHN BLANCO #08 P/METRO Cabys: Unid THHNCB8		1,349.558	0	60,730.11	0.00	0.00	13	7,894.91	68,625.02
45	CABLE THHN ROJO #08 P/METRO Cabys: Unid THHNCR8		1,349.558	0	60,730.11	0.00	0.00	13	7,894.91	68,625.02
45	CABLE THHN VERDE #08 P/METRO Cabys: Unid THHNVC8		1,349.558	0	60,730.11	0.00	0.00	13	7,894.91	68,625.02
90	CABLE THHN BLANCO #10 P/METRO Cabys: Unid THHNCBL10		818.584	0	73,672.56	0.00	0.00	13	9,577.43	83,249.99
90	CABLE THHN ROJO #10 P/METRO Cabys: Unid THHNCR10		818.584	0	73,672.56	0.00	0.00	13	9,577.43	83,249.99
90	CABLE THHN VERDE #10 P/METRO Cabys: Unid THHNVC10		818.584	0	73,672.56	0.00	0.00	13	9,577.43	83,249.99
150	CABLE THHN BLANCO #12 P/METRO Cabys: Unid THHNCBL12		274.336	0	41,150.40	0.00	0.00	13	5,349.55	46,499.95
150	CABLE THHN ROJO #12 P/METRO Cabys: Unid THHNRC12		274.336	0	41,150.40	0.00	0.00	13	5,349.55	46,499.95
150	CABLE THHN VERDE #12 P/METRO Cabys: Unid THHNVC12		274.336	0	41,150.40	0.00	0.00	13	5,349.55	46,499.95
CUENTAS DE BANCO PARA TRANSFERENCIAS: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>										
Recibido /Firma y Cédula										
NO SE PUEDE USAR COMO FACTURA, NO CONSTITUYE UN TITULO EJECUTIVO										
									PAGINA # 1	
Renuncio a mi domicilio y los trámites de juicio, doy por aceptadas las condiciones del Código de Comercio, según el artículo 460 ésta factura constituye título ejecutivo y devengará intereses del 5% mensual después de vencida, sin esto signifique prórroga del plazo.										
ESTAMOS PARA SERVIRLES IIII										

Cant	Código	Nombre	Precio /U	Desc	Gravado	Exonerado	Exento	Iva	Monto iva	Total	
24		CABLE THHN 1/0 Cabys: Unid] CP101	4,955.752	0	118,938.05	0.00	0.00	13	15,461.95	134,400.00	
15		CABLE THHN CONDUCTEN 2/0 P/METRO NEGRO Cabys: Unid] THHNE20	7,650.443	0	114,756.65	0.00	0.00	13	14,918.36	129,675.01	
15		CABLE THHN CONDUCTEN 3/0 P/METRO Cabys: Unid] THHNE30	7,101.770	0	106,526.55	0.00	0.00	13	13,848.45	120,375.00	
		ITEMS 18			SUB TOTAL	1,364,668.11			DESCUENTO	0.00	
					SERV. GRAVADO	0.00			MERC. GRAVADO	1,364,668.12	
					SERV. EXONERADO	0.00			MERC. EXONERADO	0.00	
					SERV. EXENTO	0.00			MERC. EXENTO	0.00	
					IMP. SERV. REST.	0.00			TOTAL IVA	177,406.83	
						0			IVA DEVUELTO		
					TIPO CAMBIO 1				TOTAL	CRC 1,542,074.95	
										UN MILLÓN QUINIENTOS CUARENTA Y DOS MIL SETENTA Y CUATRO COLONES CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

ORIGINAL

blanco rojo verde

CUENTAS DE BANCO PARA TRANSFERENCIAS:

Recibido /Firma y cédula

NO SE PUEDE USAR COMO FACTURA, NO CONSTITUYE UN TITULO EJECUTIVO

PAGINA # 2

Renuncio a mi domicilio y los trámites de juicio, doy por aceptadas las condiciones del Código de Comercio, según el artículo 460 ésta factura constituye título ejecutivo y devengará intereses del 5% mensual después de vencida, sin esto signifique prórroga del plazo.

ESTAMOS PARA SERVIRLES IIII

Figura 76: Proforma Depósito Arenal

Fuente: *Depósito Arenal S.*



LA NACIONAL