

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A.**

**Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Simón E. Saade K
para optar al Título de
Ingeniero Electricista**

Caracas, 2017

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A.**

**Prof. Guía: Ing. Alexander Cepeda
Tutor Industrial: Ing. Diego Castro**

**Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Simón E. Saade K
para optar al Título de
Ingeniero Electricista**

Caracas, 2017

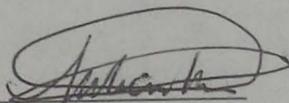
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

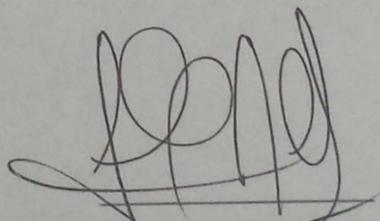
Caracas, 03 de mayo de 2017

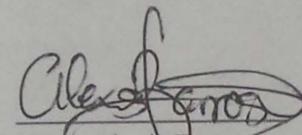
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Simón E. Saade K., titulado:

“PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A.”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención Industrial, sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, y lo declaran APROBADO.


Prof. Julian Pérez
Jurado


Prof. Alexander Cepeda
Prof. Guía


Prof. Alexis Barroso
Jurado

DEDICATORIA

A mi madre Souraya, mi hermano Jorge y mi hijo Chárbel.

AGRADECIMIENTOS

Empezaré agradeciendo a Dios, San Chárbel y especialmente a mi madre Souraya Kareh. Por traerme al mundo, apoyarme y ser mi guía de vida; por levantarme cuando caigo y, ante la adversidad, por sentarse a mi lado hasta que sea el momento.

A mi hermano Jorge Saade, por ser verdaderamente un gran amigo, mi mano derecha, consejero y cómplice involuntario en las tremenduras de la infancia. También a mi bella hermana, Maribel Saade. Juntos me han brindado alegrías y un apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mi padre, Simón Saade, por su esfuerzo en brindarme la mejor educación.

A mi novia, Valentina Ferreira, por estar a mi lado en los últimos años de la carrera, brindándome cariño, alegría y momentos maravillosos.

A mis abuelos, Hanna Saade (+), Sayed y Naza (+) Kareh. Mis tíos, Laure, Sarkis, Zakhia, Samouh y Ronald Kareh; a mis padrinos, Pedro Saade y Damia Yammine; y mi tío, Antoine Kabchi, por el apoyo y los buenos consejos.

A Ricardo Barrasso, Carger Varela, Haissam Karam, John Rotjes, Ramiro Ruíz, Fares Akel y Marianna Varesano, por el regalo de la amistad.

A mis compañeros del Cuerpo de Bomberos UCV, Javier Rolla, Alejandra Ranalli, Omar Roa, Jairo Oquendo, Dayana Leung, David Cantara, Libertad Rodríguez, Adriana Rivas y el resto del personal.

A mis compañeros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Joseph Aguilar, Andrés Mujica, Jessica Cañas, Carlos Niño, Leandro Arias, Jhonny Martínez, Geraldine Madera, Ricardo Bastardo y Esteban Valbuena.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Alexander Cepeda, Nerio Ojeda, Napoleón Malpica, Mercedes Arocha, Rafael Malpica, Julio Molina y Julián Pérez.

Al personal de Polimallas C.A., en especial a Diego Castro, Virginia Herrero y Antonio Zakhia.

Saade K. Simón E.

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
PARA LA NUEVA SEDE DE POLIMALLAS C.A.**

Prof. Guía: Ing. Alexander Cepeda. Tutor Industrial: Ing. Diego Castro. Caracas UCV Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Industrial. Institución: Polimallas, C.A. Trabajo de Grado. 2017. 89 hojas + anexos.

Palabras Claves: Canalizaciones Eléctricas, Alimentadores, Planos eléctricos, Demanda.

Resumen. Se plantea el diseño de un sistema de distribución de energía eléctrica para la nueva sede de Polimallas, C.A. Se realizó un levantamiento de información acerca de las características eléctricas de la maquinaria en la nueva sede. Se diseñó el sistema de iluminación. Se ubicaron los tableros alimentadores de cada circuito utilizando un método propio del autor de este TEG. El transformador fue dimensionado, junto con todo el sistema de canalizaciones eléctricas y protecciones de cableado y equipos. Los planos pertinentes se generaron. Luego de comprobar los resultados de cálculos de caída de tensión, cortocircuito y ampacidad, se diseñó la distribución de los circuitos de alimentación de cada uno de los equipos o elementos que conforman el sistema. Se desarrollaron las partidas y cómputos métricos para la implementación del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XIV
ABREVIATURAS	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.- Objetivo general	3
1.2.- Objetivos específicos	3
1.3.- Alcance	3
1.4.- Limitaciones	4
CAPÍTULO II	5
2.- MARCO REFERENCIAL	5
2.1.- Características eléctricas de máquinas industriales [1]	5
2.2.- Transformadores eléctricos [17]	5
2.2.1.- Clasificación de Transformadores Eléctricos [17]	6
2.2.2.- Características Básicas de un Transformador Eléctrico [17]	6
2.3.- Tableros eléctricos	7
2.4.- Demanda máxima [21]	9
2.5.- Factor de demanda [19]	10
2.6.- Factor de simultaneidad [19]	10
2.7.- Factor de seguridad [17]	11
2.8.- Factor de utilización [19]	11
2.9.- Estimación de demanda eléctrica	12
2.9.1- Estudio de características eléctricas de una carga [22]	12
2.9.1.1- Estimación de la carga utilizando los datos del fabricante [22]	13
2.9.1.1.1.- Estimación de factor de potencia para un variador de frecuencia	13
2.9.1.2- Estimación de la carga utilizando mediciones en campo [22]	13
2.9.2.- Estimación de la demanda de una carga de fuerza [20]	13

2.9.3.- Estimación de la demanda de iluminación	14
2.9.4.- Estimación de la demanda de tomacorrientes	15
2.10.- Instalaciones eléctricas	16
2.10.1.- Acometida [17]	16
2.10.2.- Circuito alimentador [17]	16
2.10.3.- Circuito ramal [17]	17
2.10.4.- Conductores eléctricos	17
2.10.4.1.- Criterios generales para la selección de un conductor eléctrico.	18
2.10.5.- Canalizaciones eléctricas [17]	20
2.10.5.1.- Tuberías [20]	20
2.10.5.2.- Cajas de paso y cajetines	21
2.11.- Protecciones eléctricas	22
2.11.1.- Coordinación de Protecciones [17]	23
2.11.2.- Protecciones para transformadores [20]	24
2.11.3.- Protecciones para instalaciones eléctricas industriales. [21]	24
2.11.4.- Selección de cables de puesta a tierra	25
2.12.- Sistemas de iluminación [23]	25
2.12.1.- Características de una lámpara [23]	26
2.12.2.- Criterios de selección de lámparas [17]	27
2.12.3.- Métodos de cálculo de iluminancia [17]	28
2.12.4.- Tipos de lámparas [14]	30
2.12.4.1.- Lámparas incandescentes	30
2.12.4.2. Lámparas de descarga	30
2.12.4.3. Lámparas LED	32
2.12.5. - Iluminación en espacios de trabajo [15]	33
2.13.- Desarrollo de planos de un sistema eléctrico	33
2.14.- Partidas y cálculos métricos	34
2.15.- Desarrollo de la memoria descriptiva del proyecto	35
CAPÍTULO III	37
3.- MARCO METODOLÓGICO	37
3.1.- Diagnóstico de las instalaciones	37
3.2.- Demanda eléctrica del sistema	37
3.2.1- Estudio de las maquinarias del área de planta	37
3.2.2.- Estimación de la demanda de fuerza en área de planta	39
3.2.3.- Estimación de la demanda de iluminación del área de planta.	40

3.2.4.- Estimación de la demanda de tomacorrientes del área de planta	41
3.2.5.- Estimación de la demanda de tomacorrientes del área de oficinas	41
3.2.6.- Estimación de la demanda de iluminación del área de oficinas	41
3.2.7.- Estimación de la demanda de cargas especiales	41
3.3.- Dimensionamiento del transformador de alimentación del sistema	41
3.4.- Selección de conductores y cableado	42
3.4.1.- Selección de los conductores de alimentación de una carga eléctrica	42
3.4.1.1.- Selección de cableado para las acometidas	42
3.4.1.2.- Selección de cableado para los alimentadores	44
3.4.1.3.- Selección de cableado para circuitos ramales	47
3.4.1.4.- Selección de conductores para cargas especiales	50
3.4.1.5.- Selección de conductores de neutro	51
3.5.- Ubicación de tableros eléctricos	51
3.6.- Canalizaciones eléctricas	53
3.7.- Selección de las protecciones eléctricas	53
3.7.1.- Selección de cableado de tierra.	54
3.8.- Selección de los tableros eléctricos	54
3.9.- Desarrollo de planos eléctricos	55
3.10.- Desarrollo de las partidas y cálculos métricos	56
CAPÍTULO IV	57
4- MEMORIA DE RESULTADOS	57
4.1.- Diagnóstico inicial de las instalaciones	57
4.2.- Demanda eléctrica del sistema	57
4.2.1.- Demanda de fuerza en área de planta	57
4.2.2.- Demanda de iluminación del área de planta	59
4.2.2.1.- Diseño del sistema de iluminación	59
4.2.2.2.- Demanda del sistema de iluminación	63
4.2.3.- Tomacorrientes de uso general del área de planta	64
4.2.4.- Demanda de iluminación en el área de oficina	65
4.2.5.- Demanda de tomacorrientes en el área de oficina	66
4.2.6.- Demanda de cargas especiales en el área de oficina	66
4.2.7.- Comparación carga conectada versus demanda	67
4.3.- Selección de transformadores	72
4.4.- Selección de cableado y tableros	72
4.4.1.- Ubicación de los tableros eléctricos del sistema	72

4.4.2.- Selección de cableado para las acometidas	75
4.4.3.- Selección de cableado para circuitos alimentadores	76
4.4.4.- Selección de cableado para circuitos ramales	78
4.4.5.- Selección de cableado de puesta a tierra	78
4.5.- Canalizaciones eléctricas	79
4.5.1.- Selección de tuberías y cajas de paso	79
4.5.2.- Selección de bandejas	79
4.6.- Protecciones eléctricas	79
4.6.1.- Selección de protecciones de los transformadores	79
4.6.2.- Selección de protecciones del cableado	80
4.7.- Tableros eléctricos	80
4.7.1.- Centros de distribución de potencia	80
4.7.2.- Tableros de distribución de fuerza	80
4.7.3.- Tableros de uso general	80
4.8.- Planos eléctricos	80
4.9.- Partidas y cálculos métricos	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	89
ANEXO A. REFERENCIAS DEL CEN Y MOP	90
ANEXO B. PLANOS DE LA SITUACIÓN INICIAL DEL GALPÓN	105
ANEXO C. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA INSTALADA	111
ANEXO D. PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	137
ANEXO E. UBICACIÓN DE TABLEROS Y CANALIZACIONES	157
ANEXO F. PLANOS ELÉCTRICOS Y DE CANALIZACIONES	166
ANEXO G. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	174
ANEXO H. TABLEROS ELÉCTRICOS	177
ANEXO I. DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS UTILIZADOS	183
ANEXO J. RESULTADOS DE CIRCUITOS RAMALES	186
ANEXO K. PROTECCIONES ELECTRICAS	194
ANEXO L. PARTIDAS Y CÁLCULOS MÉTRICOS	200
ANEXO M. CONDUCTORES DE NEUTRO	207
ANEXO N. CONDUCTORES DE PUESTA TIERRA	209

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.01.Cálculo del conductor de la acometida.	42
Figura 3.02.Cálculo del conductor del alimentador de TA-PB-01.	44
Figura 3.03.Cálculo del conductor del alimentador TA-ST-01.	46
Figura 3.04.Cálculo del conductor del ramal de Selladora 1.	47
Figura 3.05.Cálculo de la caída de tensión en un circuito con ramales derivados.	50
Figura 3.06.Curvas Tiempo vs. Corriente para coordinación de protecciones	54
Figura 3.07.Tablero TA-ST-02	55
Figura 4.01.Método de ubicación aplicado al tablero TA-PB-01	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.01. Resumen requerimientos de iluminancia COVENIN 2249	15
Tabla 2.02. Resumen requerimientos de iluminancia UNE EN 12464-1	15
Tabla 2.03. Colores aparentes de lámparas	26
Tabla 2.04. Rendimientos cromáticos de lamparas	27
Tabla 3.01. Características eléctricas de una máquina selladora de bolsas	38
Tabla 3.02. Características eléctricas de una máquina selladora de bolsas	39
Tabla 3.03. Estimación de la demanda de una máquina selladora	40
Tabla 3.04. Protecciones del circuito energizador de la compactadora 1	54
Tabla 4.01. Estimación de la demanda de las maquinarias de planta.	58
Tabla 4.02. Datos para el cálculo del factor de simultaneidad.	58
Tabla 4.03. Niveles de iluminancia simulados vs. actuales para el sótano.	59
Tabla 4.04. Niveles de iluminancia simulados vs. actuales para PB.	60
Tabla 4.05. Iluminancia de la situación original y la propuesta en el sótano.	61
Tabla 4.06. Iluminancia de la situación original y la propuesta en PB.	62
Tabla 4.07. Resumen de luminarias instaladas en el área de sótano	63
Tabla 4.08. Resumen de luminarias instaladas en el área de planta baja.	64
Tabla 4.09. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de sótano.	65
Tabla 4.10. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de planta baja.	65
Tabla 4.11. Resumen de luminarias instaladas en el área de oficinas.	66
Tabla 4.12. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de oficinas.	66
Tabla 4.13. Resumen de las cargas especiales en el área de oficina	67
Tabla 4.14. Comparación carga conectada vs. demanda de cada CDP	67
Tabla 4.15. Comparación carga conectada vs. demanda de cada tablero	68
Tabla 4.16. Comparación carga conectada vs. demanda de cargas auxiliares del área de sótano	69
Tabla 4.17. Comparación carga conectada vs. demanda de cargas de oficina	69
Tabla 4.18. Comparación carga conectada vs. demanda de cargas auxiliares del área de planta baja	70
Tabla 4.19. Comparación carga conectada vs. demanda de cargas de fuerza	71
Tabla 4.20. Características del transformador principal	72
Tabla 4.21. Características del transformador actual	72
Tabla 4.22. Características del transformador elevador	72
Tabla 4.23. Radios mínimos y máximos de las cargas asociadas a TA-PB-01	73
Tabla 4.24. Impedancia de los transformadores de distribución	75

Tabla 4.25.Impedancia equivalente de Thevenin vista desde los CDP	75
Tabla 4.26.Resultados de los cálculos para selección de conductor de acometidas.	75
Tabla 4.27.Calibres de conductores seleccionados para las acometidas	76
Tabla 4.28.Impedancia equivalente de Thevenin vista desde cada tablero	76
Tabla 4.29.Impedancia del transformador referido al secundario	77
Tabla 4.30.Resultados de los cálculos para selección de conductor de alimentadores.	77
Tabla 4.31.Calibres de conductores seleccionados para los alimentadores	78
Tabla 4.32.Características de las protecciones de los transformadores eléctricos.	79

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- ANSI: American National Standards Institute
- AWG: American Wire Gauge
- CEN: Código Eléctrico Nacional
- COVENIN: Comisión Venezolana de Normas Industriales
- EMT: Tubo metálico eléctricos
- FONDONORMA: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad
- IEC: Comisión electrotécnica internacional
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- LED: Diodo emisor de luz
- NEMA: National Electrical Manufacturers Association
- PVC: Policloruro de vinilo

ABREVIATURAS

- A: Ampere.
- A/C: (Air Conditioner) Aire Acondicionado.
- °C: Grados Celsius.
- °F: Grados Fahrenheit.
- HP: (Horse Power) Caballo de fuerza.
- kA: Kilo Ampere.
- kV: Kilo Volt.
- kVA: Kilo Volt Ampere.
- kVAR: Kilo Volt Ampere Reactivo.
- kW: Kilo Watts.
- mΩ: mili Ohm.
- Ω: Ohm.
- V: Volt.

INTRODUCCIÓN

Polimallas C.A. es una empresa fundada en el año 2007 por un grupo de venezolanos emprendedores y con una larga trayectoria en el área del plástico, con la visión de desarrollar empaques flexibles dirigidos a las industrias alimenticia, textil, papelera, ferretera, etc.

El objetivo principal de la empresa es mantener un serio compromiso con el país fabricando empaques con alto valor agregado, generando nuevos puestos de trabajo y capacitando al personal con maquinaria y tecnología de punta, todo con el fin de ayudar a mejorar técnica y económicamente las características de los empaques necesarios para contribuir con el desarrollo endógeno de artesanos, pequeña y mediana industria nacional.

Polimallas C.A. cuenta con una infraestructura de aproximadamente 2.000 m² distribuida entre la planta, donde se encuentran una serie de maquinarias de diversas utilidades, oficinas administrativas y depósito. La capacidad asignada para su consumo de energía eléctrica está limitada por 150 kVA. Actualmente, se está considerando el proyecto de mudar la fábrica y oficinas a una nueva sede con una mayor capacidad de espacio físico para dar lugar a nuevas maquinarias con mayor envergadura, cuyas dimensiones no permite ser instaladas en la actual sede, ya que la misma carece del espacio adicional deseado.

El presente trabajo especial de grado contempla 4 capítulos en los que se desarrolla el diseño del sistema eléctrico de la nueva sede de Polimallas C.A. En el Capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema junto con el objetivo general y específicos, limitaciones y alcance del trabajo. El Capítulo 2 sirve de referencia para la documentación de terminología y procedimientos utilizados en el desarrollo. El Capítulo 3 describe la metodología utilizada para el cumplimiento de cada uno de los objetivos trazados en el Capítulo 1. El Capítulo 4 presenta los resultados arrojados de la aplicación de la metodología, con ejemplos de cálculo para cada caso y para los particulares, todos con sus respectivos análisis. Finalmente se tiene una sección de Conclusiones y Recomendaciones que, junto con las Referencias Bibliográficas y el Glosario, completan la investigación y diseño del sistema eléctrico de la nueva sede de la empresa Polimallas C.A.

CAPÍTULO I

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa de Polimallas C.A. cuenta con la capacidad de desarrollar productos tales como bolsas de polietileno, bobinas para empaque automático y láminas de polipropileno. Dicha empresa, buscando mejorar su desarrollo y productividad, se ve en la necesidad de expandir sus espacios físicos, hasta ahora conformados por 2.000 m² aproximadamente, en un conjunto que comprende el área de la planta, depósito y oficina administrativa.

La sede actual cuenta con una capacidad máxima de suministro eléctrico de 150 kVA, suficiente para alimentar las cargas de fuerza, iluminación y tomas de uso general ya presentes. No obstante, se estima realizar la incorporación de nuevas maquinarias para aumentar el abanico de productos y de esta forma lograr tener mayor impacto en el mercado venezolano. Por esta razón, se optó por mudar toda la maquinaria, los equipos de planta, el espacio de oficinas administrativas y el depósito, a una nueva estructura con mayor espacio físico y que pueda contar con una mayor capacidad de suministro de servicio eléctrico, logrando así satisfacer las necesidades tanto para la maquinaria actual, como para la adquisición de nuevos equipos.

La nueva sede consta de 4.500 m² aproximadamente, en donde se realizará la nueva distribución de las maquinarias actuales, del área de oficinas administrativas y la zona de depósito, contemplando también las nuevas maquinarias que se agregarán en la planta. Cabe acotar que este espacio fue concebido como depósito y está limitado desde el punto de transformación por una línea trifásica capaz de otorgar como máximo una potencia de 75 kVA.

Considerando lo mencionado en los párrafos anteriores, la empresa Polimallas C.A. requiere el diseño de canalizaciones eléctricas para la nueva distribución de planta, el diseño del sistema de iluminación de todas las áreas de la empresa y el cálculo de la demanda eléctrica para poder dimensionar el transformador necesario para suplir la demanda que requerirá el sistema en su totalidad, basándose en esto, se plantean los objetivos de este trabajo especial de grado.

1.1.- Objetivo general

- Realizar el proyecto de instalaciones eléctricas para la nueva sede de Polimallas C.A.

1.2.- Objetivos específicos

- Realizar el estudio para describir las maquinas actuales y las nuevas.
- Elaborar un diagnóstico de la instalación eléctrica para la nueva sede.
- Estimar la carga de los equipos que contendrá la nueva sede de Polimallas C.A. para el sistema de fuerza para la maquinaria en planta.
- Estimar la carga de los equipos que contendrá la nueva sede de Polimallas C.A. para el área de oficina.
- Calcular los alimentadores de cada carga.
- Determinar los tableros, protecciones y transformador eléctrico.
- Elaborar los planos respectivos de los sistemas propuestos.
- Elaborar tanto las partidas como los cálculos métricos necesarios para la realización del proyecto.
- Realizar la memoria descriptiva de cálculo y especificaciones de la canalización.

1.3.- Alcance

El alcance del desarrollo de este proyecto es hasta la presentación del diseño del proyecto de instalaciones eléctricas para la nueva sede de la empresa Polimallas C.A., incluye el cálculo de las canalizaciones eléctricas, planos eléctricos, estimaciones de cargas asociadas a cada área, cálculos métricos y memoria descriptiva de cálculo. La implementación de este proyecto no esta incluida en este trabajo especial de grado, pero el mismo puede servir de referencia para la mencionada implementación o como

antecedente para trabajos similares.

1.4.- Limitaciones

Entre las limitaciones que se pueden mencionar en el desarrollo de este proyecto esta que no se contó con un equipo para medir el factor de potencia de cada una de las cargas de la planta por lo que se tuvo que estimar como una variable secundaria a partir de mediciones de tensión y corriente. Por otro lado, tal como se describe en el planteamiento del problema, la empresa pretende adicionar nueva maquinaria en la nueva sede, pero se desconocieron las características eléctricas de las mismas. Finalmente, en el levantamiento de información no se pudo obtener información oficial de algunas máquinas por no tener manual o estar escrita en idioma chino, por lo que se procedió a estimar las características de esos equipos basándose en las de otro similar.

CAPÍTULO II

2.- MARCO REFERENCIAL

2.1.- Características eléctricas de máquinas industriales [1]

Una máquina es un sistema generalmente compuesto por varios elementos que pueden ser mecánicos, eléctricos, neumáticos, electrónicos, hidráulicos, entre otros. Las máquinas que son accionadas por energía eléctrica, generalmente utilizan máquinas eléctricas rotativas (motores eléctricos) para convertir la energía eléctrica en energía cinética o para comprimir aire, resistencias eléctricas para generar calor, entre otros. Es por esto que cuando se refiere a las características eléctricas de una máquina industrial, se refiere al consumo eléctrico que demanda la máquina incluyendo los motores, resistencias, circuitos de instrumentación y control, entre otros.

Las principales características eléctricas de las máquinas vienen dadas por los fabricantes en la placa de características; donde se especifica, la potencia de salida, tensión de alimentación, corriente consumida, frecuencia de alimentación, factor de potencia, velocidad de giro, entre otros datos. Las normas establecen los datos mínimos que deben figurar en estas placas, que deben estar colocadas en un lugar visible e impresas en forma indeleble. Los valores dados en la placa de características se toman como los nominales de la máquina.

2.2.- Transformadores eléctricos [17]

Un transformador es un dispositivo electromagnético que permite aumentar o disminuir un nivel de tensión manteniendo la potencia idealmente constante. Lo que significa que la corriente se adecuará dependiendo de la variación en el nivel de tensión entre el primario y el secundario. Un transformador trabaja bajo el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos en su forma más simple por dos bobinas devanadas sobre un núcleo de material ferromagnético, es por esto que trabajan únicamente con corriente alterna.

2.2.1.- Clasificación de Transformadores Eléctricos [17]

Los transformadores eléctricos pueden dividirse en los siguientes grupos:

- **Transformadores de uso general:** son de tipo seco, con niveles de tensión inferiores a los 600 V y por lo general se usan para modificar los niveles de tensión dentro de un sistema de distribución secundario al nivel de utilización, por ejemplo para tomacorrientes especiales o sistemas de iluminación.

Según su montaje se pueden subclasificar como, para colocar en pared, suspendido en techo o para montaje en piso. También pueden ser conocidos como transformadores de control, de señales o de aislación.

- **Transformadores para centros de carga:** pueden ser de tipo seco o con refrigerante líquido para tensiones primarias desde 2400 V hasta 15000 V. Se utilizan indiferentemente en interiores o exteriores para sistemas de distribución en alta tensión con secundarios a tensiones no mayores a 600 V. Este tipo de transformadores se montan sobre piso en bases apropiadas, se conocen como de tipo Pedestal.

- **Transformadores de distribución:** por la cantidad de polos, pueden ser trifásicos o monofásicos, utilizan aceite como aislante refrigerante o líquidos no inflamables. Existen para tensiones primarias desde 480 V hasta 16000 V y se comercializan hasta los 167 KVA para los que son instalados en postes y hasta 500 KVA para los que son instalados sobre plataformas.

2.2.2.- Características Básicas de un Transformador Eléctrico [17]

Los transformadores eléctricos tienen características mínimas a tomar en cuenta para su adecuada selección, las cuales se describen a continuación:

- **Tensión Nominal:** se refiere a la tensión primaria y secundaria para las cuales se fabricó el transformador.

- **Capacidad Nominal:** corresponde a la potencia de salida nominal y la cual

puede entregar siempre que la tensión del secundario, la frecuencia y la temperatura de operación no excedan los límites indicados por el fabricante.

- **Frecuencia:** indica la frecuencia de la tensión nominal para la cual fue diseñado el transformador.

- **Fases:** indica si es trifásico, monofásico o posee varias etapas como un autotransformador.

- **Tipo de conexión:** para los transformadores trifásicos, se tienen diferentes tipos de conexión, entre los más comunes se encuentra la conexión ΔY , que se utiliza para sistemas trifásicos para sistemas de 4 hilos con neutro conectado a tierra. Por otro lado se tiene la conexión $\Delta \Delta$ que se usa para modificar el nivel de tensión en el secundario del transformador.

Existen otras características como la impedancia de cortocircuito y la curva característica de tiempo vs. corriente, que son valores a considerar para los cálculos posteriores en la selección de conductores eléctricos de un sistema y se obtienen a partir de los datos suministrados por cada fabricante.

2.3.- Tableros eléctricos

Los tableros de distribución eléctrica, son gabinetes que permiten distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, es decir, que cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas de la instalación, pero que también cuentan con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores o interruptores. Incluso, algunos consideran equipos para la medición, monitoreo y comunicación de parámetros eléctricos. [17]

Para la selección de un tablero eléctrico se debe indicar su utilización, su capacidad de corriente, el voltaje de alimentación, su frecuencia de trabajo y su capacidad de resistencia a sobrecorriente.

Su función de utilización puede ser como:

- **Tablero para alumbrado y artefactos:** Por lo general son alimentados entre una fase y un neutro, y sus interruptores automáticos no superan los 30 A, se designan como TA.

- **Tablero de distribución y fuerza:** se alimentan dependiendo de la carga a alimentar, por lo general son trifásicos, sus interruptores pueden ser de 1, 2 o 3 polos dependiendo del tipo de carga que se supla y se designan como TD.

La tensión nominal, si es de corriente alterna debe indicar el número de fases y el número de hilos del tablero. Los tableros TA deben ser diseñados para utilizar uno o varios sistemas de tensiones.

La corriente nominal, que no debe ser mayor que la capacidad de corriente de sus barras principales o la corriente nominal de disparo de su interruptor principal puede ser de 60, 125, 250, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200 y 1600 A. Su frecuencia puede ser de 50, 60 o 50/60 Hz.

Finalmente su capacidad de resistencia a sobrecorriente, la cual se expresa en kilo-amperes simétricos RMS (KA), puede ser de 5, 7.5, 10, 14, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 42, 50, 65, 85, 100, 125, 150 o 200 kA simétricos RMS, siempre indicando la tensión aplicable. [18]

Comercialmente existe una clasificación de tableros de la siguiente manera:

- **Tablero tipo residencial:** los cuales son fabricados conforme a la norma COVENIN 542-99. Son tableros bifásicos, normalmente de hasta 20 circuitos, poseen barras principales de hasta 125 A. Tensiones de trabajo de 120V o 240V. Permite la conexión de interruptores secundarios entre 15A y 100A. Posibilidad para instalación embutida o superficial.

- **Tablero tipo NLAB:** los cuales son fabricados conforme a la norma COVENIN 542-99. Son tableros trifásicos, normalmente de hasta 42 circuitos, poseen barras principales de hasta 400 A. Tensiones de trabajo de 120V o 240V. Permite la conexión de interruptores secundarios entre 15A y 100A. Posibilidad para instalación embutida o superficial, a la intemperie o a prueba de polvo.

- **Tablero tipo NAB:** los cuales son fabricados conforme a la norma COVENIN 542-99. Es un tablero con las mismas características del NLAB, con la diferencia de que las barras principales tienen una capacidad de corriente de hasta 600A. Permite además alimentar otros circuitos alimentadores de subtableros.

- **Tablero tipo NHB:** los cuales son fabricados conforme a la norma COVENIN 542-99. Es un tablero similar al NAB. La principal diferencia es que este trabaja en 480V/277V y usualmente se utiliza para alimentar cargas de alumbrado exterior y máquinas de pequeñas potencias.

- **Tablero tipo CCB:** Es un tablero utilizado para el corte y protección de circuitos ramales de fuerza y distribución. Posee barras principales con capacidad de corriente de hasta 1200A. Apto para tensiones de operación de hasta 600 V, 60 Hz. Capacidad de hasta 42 circuitos. Montaje superficial o autosoportado. Capacidad de interrupción de cortocircuito de hasta 200 kA RMS. Fabricado para uso general bajo NEMA 1; a prueba de polvo y agua, bajo NEMA 12; para uso a la intemperie bajo NEMA 3R y para ambiente corrosivo bajo NEMA 4,4X.

- **Tablero tipo CCM:** Entre las características principales de este tipo de tableros se destaca una capacidad de corriente en barras principales de hasta 4000A. Voltaje de trabajo de hasta 600 V y capacidad de interrupción de cortocircuito de 100 kA a tensión de 480 V. Al igual que el tablero CCB, son fabricados según norma NEMA, para funcionamiento en intemperie, ambientes con polvo y agua, y ambientes corrosivos. [19]

2.4.- Demanda máxima [21]

Las cargas eléctricas por lo general se miden en amperes, kilowatts o kilovoltamperios; para que un sistema de distribución o parte de éste se planee eficientemente se debe conocer la Demanda Máxima del mismo.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto en el sistema de distribución es también de gran importancia, dado que la demanda máxima del grupo determinará la capacidad que requiera el mismo sistema, de igual modo, la demanda máxima combinada de un grupo pequeño de consumidores deter-

minará la capacidad del transformador que se requiere; así las cargas que alimenta un grupo de transformadores dan por resultado una demanda máxima, la cual determina el calibre del conductor y la capacidad del interruptor o del regulador que formen parte de un alimentador primario.

Por otra parte, se presenta el termino de Carga Conectada, que es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tienen posibilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima. La carga conectada se puede referir tanto a una parte como al total del sistema de distribución y se puede expresar en watts, kilowatts, amperes, caballos de potencia, kilovolt-amperios, entre otros, dependiendo de las necesidades o requerimientos para su estudio. La carga conectada representa la demanda de carga máxima posible.

2.5.- Factor de demanda [19]

El factor de demanda o factor de utilización, es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. El factor de demanda es un número adimensional; por tanto la demanda máxima y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades. El factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo seleccionado, todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales.

2.6.- Factor de simultaneidad [19]

Se calcula como el cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede entregar una instalación eléctrica, y la suma de las potencias nominales de todos los receptores que pueden conectarse a ella.

Por ejemplo, la suma de todas las cargas eléctricas de una planta industrial, corresponde a la suma de las potencias nominales de todas las maquinas, más las cargas adicionales de iluminación y tomacorrientes de uso general. Sin embargo la instalación no se calcula para toda esa potencia, pues se supone que no todas las cargas van a estar conectados a la red simultáneamente, sino para una parte de ella. El cociente entre esa parte y la suma de las potencias de todos los receptores es el coeficiente de simultaneidad, que es, por tanto, un número real positivo menor que 1 y se obtiene de la expresión

(2.01).

$$F_{Si} = \frac{P_{max}}{\sum P_i} \quad (2.01)$$

Donde:

F_{si} : Factor de Simultaneidad

P_{max} : Potencia máxima consumida en el alimentador principal

$\sum P_i$: Sumatoria de todas las potencias individuales de cada carga

Se aplica un factor de simultaneidad siempre que las cargas vayan a conectarse aleatoriamente. El valor del coeficiente para cada caso es una estimación fruto de la experiencia, pero, para algunos casos, la legislación fija esos coeficientes.

2.7.- Factor de seguridad [17]

El factor de seguridad corresponde a un sobredimensionamiento que se aplica a la determinación de la demanda eléctrica de una carga previendo una posible sobrecarga temporal, por lo general son valores que se consideran bajo distintos criterios y se encuentran generalmente entre 10 y 25 % por encima de la demanda total.

2.8.- Factor de utilización [19]

El factor de utilización se determina considerando la información de potencia aparente que se obtiene utilizando los métodos descritos en el apartado 2.8.1, realizando el cociente entre la potencia aparente calculada con los valores medidos en campo y la potencia calculada con los valores nominales de la máquina.

Este factor permite conocer si una máquina esta sobredimensionada para los equipos que tiene instalados. El factor importante al momento de seleccionar el alimentador asociado, puesto que mientras más cercano a cero se encuentre cabe la posibilidad de alimentar a la máquina con un menor calibre. Se puede utilizar para estimar la demanda de nuevas máquinas con características similares que se pretendan instalar.

2.9.- Estimación de demanda eléctrica

La demanda de una instalación o sistema de distribución corresponde a la carga promedio presente en el punto de alimentación en un determinado intervalo de tiempo. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga.

La carga puede ser instantánea, como cargas de soldadoras o corrientes de arranque de motores. Sin embargo los aparatos pueden tener una constante térmica en un tiempo determinado, de tal manera que los intervalos de demanda pueden ser variables, dependiendo del equipo de que se trate, se puede afirmar entonces que al definir una demanda es requisito indispensable indicar el intervalo de demanda ya que sin esto el valor que se establezca no tendrá ningún sentido práctico. [19]

Para determinar la demanda de un sistema eléctrico se procede inicialmente a realizar un estudio de las características eléctricas de las cargas que se alimentan en el sistema. Seguidamente se procede a obtener la potencia consumida en función de obtener el factor de utilización, para finalmente determinar la demanda considerando los factores de seguridad, simultaneidad y demanda a partir de los criterios de diseño que se establezcan en la metodología de trabajo en base a lo que indica el CEN [20].

2.9.1- Estudio de características eléctricas de una carga [22]

Corresponde al levantamiento de datos que se puede realizar por dos métodos distintos. La información que se recolecta es la potencia aparente requerida, el nivel de tensión de alimentación y el consumo de corriente de cada uno.

Dependiendo de las características de cada una de las cargas se puede determinar su consumo si se cuenta con la información del fabricante original sobre características eléctricas, o se puede calcular dicho consumo basándose en mediciones de tensión y corriente.

2.9.1.1- Estimación de la carga utilizando los datos del fabricante [22]

Para calcular la potencia aparente se necesita conocer la corriente y la tensión de alimentación de cada uno de los equipos que componen una carga compuesta. Algunos equipos como por ejemplo los motores, indican en su placa el factor de potencia que poseen, otros equipos como por ejemplo variadores de frecuencia, pueden carecer de esa información detallada en su placa, caso en el cual se calcula considerando la etapa de entrada del mismo como un rectificador simple compuesto por un puente de Diodos. Para motores eléctricos se asume el peor de los factores considerando los datos de placa de equipos similares.

2.9.1.1.1.- Estimación de factor de potencia para un variador de frecuencia

La etapa de entrada de un variador de frecuencia en su versión más simple, es un puente de Diodos (Puente de Graetz), cuyo factor de potencia teóricamente se obtienen como se indica en la expresión (2.02) para puentes trifásicos y como se indica en la expresión (2.03). [26]

$$fp = \frac{P_e}{S} = \frac{3}{\pi} = 0,95 \quad (2.02)$$

$$fp = \frac{P_e}{S} = \frac{V_o \cdot I_o}{I_{eef} \cdot V_{eef}} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{eef} \cdot I_{eef}}{\pi \cdot I_{eef} \cdot V_{eef}} = \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} = 0,90 \quad (2.03)$$

2.9.1.2- Estimación de la carga utilizando mediciones en campo [22]

Este método determina el valor del consumo eléctrico basándose en mediciones realizadas con la carga funcionando de manera normal, lo que permite conocer además de la potencia aparente, el factor de utilización eléctrico que posee cada máquina o equipo.

2.9.2.- Estimación de la demanda de una carga de fuerza [20]

La demanda de una carga de fuerza se obtiene como se muestra en la expresión (2.04).

$$De_T = P_M \cdot \frac{F_{Se}}{100} \cdot F_{Si} \quad (2.04)$$

Donde:

De_T : Demanda Total

P_M : Potencia medida

F_{Se} : Factor de seguridad

F_{Si} : Factor de simultaneidad

2.9.3.- Estimación de la demanda de iluminación

La demanda de iluminación se relaciona directamente con el área a iluminar y las actividades a realizar en ella. Durante el diseño de un sistema de iluminación se busca ofrecer una iluminancia promedio que corresponda a lo exigido por las normativas vigentes, en el caso particular de este proyecto se toma como referencia la COVENIN 2249 [27] y la UNE EN 12464-1 [28] en las cuales se establece el nivel de iluminancia en lux requerido para un área dependiendo del tipo de trabajo. En la Tabla 2.01 se muestra un resumen de los requerimientos de la primera mencionada y en la Tabla 2.02 un resumen de lo requerido por la norma europea.

Existen diferentes tipos de métodos de iluminación que van desde la iluminación natural hasta la iluminación utilizando tecnología LED. Dependiendo de la tecnología utilizada el consumo eléctrico aumentará o disminuirá. Para determinar el tipo de luminaria que se va a utilizar se debe considerar además si se debe focalizar algún área especial o si se puede hacer uso de luminarias que ofrezcan una mayor dispersión.

Tabla 2.01. Resumen requerimientos de iluminancia COVENIN 2249

Área de trabajo	Referencia	Rango de niveles recomendados [Lux]			Tipo de luminancia
		A	B	C	
Oficinas generales y privadas	Tabla 1B Oficinas	100	150	200	G
Inactivo	Tabla 1C Depósitos	50	75	100	G
Activo/Piezas grandes	Tabla 1C Depósitos	100	150	200	G
Terminación, corte, ajuste, etc.	Tabla 1C Papel Fabricación de	500	750	1000	L
Escaleras y pasillos	Tabla 1C Servicios Área de	50	75	100	G
Sanitarios y baños	Tabla 1C Servicios Área de	100	150	200	G
Cuartos de distribución de energía	Tabla 1B Anexo pág. 38	-	300	-	0
Patio de transformadores	Tabla 1B Anexo pág. 38	-	50	-	0
Extrusores y mezcladores	Tabla 1E Petróleo química y petroquímica	-	200	-	Piso
Área de bombas	Tabla 1E Áreas de operaciones que no son de proceso	-	50	-	ALTURA BOMBA
Portería/Área de control de entrada y salida	Tabla 1E Edificaciones	-	100	-	piso
Comedor	Tabla 1E Edificaciones	-	300	-	0,9m
Talleres de reparaciones	Tabla 1E Edificaciones	-	200	-	Piso
Lab, Análisis físicos, cuantitativos y cualitativos	Tabla 1E Edificaciones	-	500	-	0,9m
Electricidad	Tabla 1E Edificaciones	-	200	-	0,76m
Rutas de evacuación de personal familiarizado	Tabla 2 Iluminancia para evacuación	-	2	-	*

Tabla 2.02. Resumen requerimientos de iluminancia UNE EN 12464-1

Área de trabajo	Referencia	Valor Recomendado [Lux]	Tipo de luminancia
Áreas de circulación y pasillos (Con vehículos)	1.1 Zonas de tráfico 1.1.1 (3)	150	Piso
Rampas/tramos de carga	1.1 Zonas de tráfico 1.1.3	150	-

2.9.4.- Estimación de la demanda de tomacorrientes

Dependiendo del área donde se vayan a instalar se toman ciertas consideraciones. Si es para un área de oficinas, se considera el área específica donde se pretenden instalar los puestos de trabajo y basándose en la ubicación de cada uno se integran al diseño tomacorrientes de uso general. La carga de un tomacorriente doble de uso general se estima en función de la capacidad máxima de los equipos de respaldo de energía a utilizar y su demanda se calcula con las consideraciones del apartado 220.44 del CEN.

Para tomacorrientes en un área de planta se consideran tomacorrientes de 120 V con una carga de 180 VA, y para tomacorrientes de 208 V, la carga equivalente a 1 HP de potencia eléctrica activa. En lo que respecta al cálculo de la demanda de los tomacorrientes, se toma como referencia el apartado 220.44 del CEN [20] que indica establecer la demanda en un 100% de la carga a los primeros 10 kVA y un 50% al resto.

2.10.- Instalaciones eléctricas

El área de las instalaciones eléctricas maneja una serie de definiciones y características que son pertinentes acotar y se definen a continuación.

2.10.1.- Acometida [17]

Una acometida se refiere a la derivación desde la red de distribución de una empresa de suministro eléctrico hasta el punto de medición y entrega al usuario final.

Las acometidas en baja tensión finalizan en una caja general de protecciones, mientras que las acometidas en media tensión finalizan en un centro de transformación del usuario, donde se define como el comienzo de las instalaciones internas del usuario.

Por lo general las acometidas para una industria o una gran zona comercial serán normalmente en media tensión, a tres hilos, uno para cada fase. El neutro se obtiene del secundario del transformador del usuario y la tierra de su instalación.

2.10.2.- Circuito alimentador [17]

Se llama circuito alimentador al sistema de conductores que van aguas abajo del punto de medición y alimentan a un tablero de distribución de potencia, por lo general manejan cantidades de corriente importantes y su capacidad se calcula en base a la demanda asociada a los equipos que alimentará a través de sus tablero asociado. También se conocen como alimentadores a los circuitos que alimentan subtableros de distribución.

2.10.3.- Circuito ramal [17]

Se llama circuito ramal al sistema de conductores que se encuentran aguas abajo de la última protección de un subtablero hasta una carga o un conjunto de cargas, su ampacidad se calcula dependiendo de la carga total conectada y no de la demanda asociada a la carga alimentada.

2.10.4.- Conductores eléctricos

Un conductor eléctrico esta formado por tres partes principales:

- **El elemento conductor:** generalmente fabricado de cobre o aluminio, que según su constitución puede ser de alambre o cable, y según el número de hilos que posea puede ser monoconductor o multiconductor. Pueden tener diferentes formas, como por ejemplo hilos, barras rectangulares, barras cilíndricas, entre otros.

- **El aislamiento:** que corresponde al elemento dieléctrico que recubre al conductor, para prevenir cortocircuitos y pérdidas de referencia. Para su identificación se denominan dependiendo de la utilización y el tipo de material utilizado, por ejemplo el material termoplástico se identifica como tipo T y su designación según la norma UL (Underwriter Laboratories Inc.) se indica como TW, THW, THHN, TTU. También se encuentran aislamientos de polímero identificados como R, RW, RHW, RH y RHH.

Para seleccionar el tipo de aislamiento se debe considerar la capacidad para resistir diversos aspectos a los que están expuestos en la instalación, como la humedad, la temperatura, la presencia de líquidos en abundancia, entre otros. Esta selección tiene una gran importancia en el diseño eléctrico de un sistema, puesto que afecta la ampacidad y reactancia del mismo, además que influye en el costo, el tiempo de vida útil y la seguridad de la instalación.

Los aislantes se pueden catalogar en dos grupos, los que se usan para conductores que trabajarán hasta 600 V y los aislantes que se usan desde 600 V hasta 15 kV.

- **Aislantes hasta 600 V:** pueden ser de termoplastico TW o aislante de goma tipo RH o TTU.

- **Aislantes desde 600 V hasta 15 kV:** pueden ser de goma de neopreno o de polietileno vulcanizado.

- **La cubierta protectora:** que se utiliza para proteger la integridad del aislamiento y el conductor en general. [17]

2.10.4.1.- Criterios generales para la selección de un conductor eléctrico.

El CEN [20] indica que para seleccionar el alimentador de una carga se debe tener en consideración que el conductor debe soportar la corriente demandada por la carga en primer lugar, para lo cual en este particular se utiliza la tabla 310.16 titulada “Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60 °C a 90 °C (140 °F a 194 °F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86 °F)” presentada en el Anexo A1, y la tabla 310.17 de nombre “Ampacidades Admisibles de los Conductores Sencillos Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios al Aire Libre, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30 °C (86 °F)” presentada en el Anexo A2. Se debe considerar además el factor de corrección por temperatura de los apartados 310.15, presentado en el Anexo A3, y la sección 392.11 (B).

Para el criterio de caída de tensión se utilizan dos expresiones desarrolladas dependiendo del tipo de alimentación y las características del conductor que se pretende comprobar. Se establece como criterio que no debe existir una caída de tensión menor del 2% en la alimentación de cada carga. La ecuación (2.05) se utiliza para alimentadores trifásicos y la ecuación (2.06) para monofásicos.

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l \cdot ((R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi))}{10 \cdot V^2} \quad (2.05)$$

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l \cdot ((R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi))}{5 \cdot V^2} \quad (2.06)$$

Donde:

%ΔV : Porcentaje de caída de tensión

S: Potencia aparente [KVA]

V: Tensión de alimentación [kV]

A: Corriente de alimentación [A]

l: Distancia del tablero a la carga [km]

R: Valor de resistencia por kilómetro del conductor [Ω/km]

X: Valor de reactancia por kilómetro del conductor [Ω/km]

Para el cálculo de la caída de tensión en el punto más lejano de un circuito con n derivaciones, se toma en consideración la sumatoria de la caída particular de cada carga conectada según la expresión (2.07).

$$\% \Delta V_T = \% \Delta V_1 + \% \Delta V_2 + \dots + \% \Delta V_n \quad (2.07)$$

Para calcular la capacidad de cortocircuito, el CEN en su tabla 240.92 (B), mostrada en el Anexo A4, propone una fórmula para calcular la mínima sección transversal de un conductor, para soportar una corriente determinada dependiendo del aislamiento que posee, en las expresiones (2.08) y (2.09).

La fórmula para conductores de cobre es la siguiente:

$$A = \sqrt{\frac{t \cdot I_{cc}^2}{0,0297 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T2 + 234)}{(T1 + 234)} \right)}} \quad (2.08)$$

La fórmula para conductores de aluminio es la siguiente:

$$A = \sqrt{\frac{t \cdot I_{cc}^2}{0,0125 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T2 + 228)}{(T1 + 228)} \right)}} \quad (2.09)$$

Donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito [A]

A: sección transversal del conductor [mils]

t: tiempo de cortocircuito [s]

T1: temperatura inicial del conductor [$^{\circ}\text{C}$] (dependiendo del material aislante)

T2: temperatura final del conductor [$^{\circ}\text{C}$] (dependiendo del material aislante)

2.10.5.- Canalizaciones eléctricas [17]

Las canalizaciones se utilizan en una instalación dependiendo del alcance a cubrir, para proteger un conjunto de conductores por razones climáticas, mecánicas o de seguridad. Las canalizaciones se clasifican por su ubicación superficiales, embutidas o subterráneas.

2.10.5.1.- Tuberías [20]

Las tuberías son uno de los elementos más utilizados en canalizaciones, se encargan de resguardar los conductores desde la fuente de alimentación hasta la carga. En general se conocen los siguientes tipos de tuberías para canalizaciones eléctricas:

- Tubos metálicos rígidos RMC (344 CEN)
- Tubo de Cloruro de Polivinilo Rígido Tipo PVC (352 CEN)
- Tubería eléctrica metálica EMT (358 CEN)

Los tubos metálicos rígidos, no metálicos rígidos y EMT son utilizados como conductos para alambres o cables en instalaciones eléctricas. Su superficie protegida contra la corrosión mediante el proceso de galvanizado permite la introducción de cables eléctricos sin riesgos de daños o rotura de dichos cables, así como también su instalación en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas de fuerte ambiente corrosivo. Entre sus propiedades se tiene que la longitud normalizada de los tubos sin acoples es de 3 m, y sus diámetros comerciales son en pulgadas: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 y 4.

- Tubos metálicos rígidos RMC (344 CEN)

Son fabricados según norma venezolana COVENIN 538, y la Especificación ANSI C80.1 del Instituto de Normalización Nacional Americano. Son tubos metálicos de acero galvanizado. Se usa en interiores y exteriores cuyas condiciones de corrosión no sean tan elevadas. Entre sus propiedades están que son galvanizados, pueden ser sometidos a grandes esfuerzos mecánicos, los empalmes pueden ser roscados y atornillados.

- Tubo de Cloruro de Polivinilo Rígido Tipo PVC (352 CEN)

Son tubos y accesorios de material no metálicos resistentes a impactos o a diferentes esfuerzos mecánicos y a las condiciones químicas y ambientales (corrosión, altas temperaturas, humedad, agua, sales, sol, entre otros).

Se utilizan en interiores, empotradas en piso, pared o techo, o directamente enterradas recubiertas por concreto, realizadas en PVC, polietileno o asbestos, generalmente para instalación en exteriores donde no sean sometidos a grandes esfuerzos, en lugares no declarados peligrosos o donde sean sometidos al contacto con el agua de manera permanente. Sus empalmes no deben permitir el paso del agua a su interior. El material debe ser retardante de llama. Entre sus propiedades se tiene que las uniones deben ser pegadas, tamaño mínimo: ½ pulgada.

- Tubería eléctrica metálica EMT (358 CEN)

Son tuberías de acero esmaltado o galvanizado que se utilizan en interiores y exteriores. No debe utilizarse en lugares sometidos a grandes esfuerzos mecánicos y a condiciones de alta humedad y corrosión. Las uniones o empalmes no pueden ser roscados sino atornillados. Entre sus requerimientos está que si la tubería es directamente enterrada la distancia mínima a la superficie es de 45 cm, sino debe ser recubierta con concreto, tienen un tamaño mínimo: ½" y máximo: 4".

2.10.5.2.- Cajas de paso y cajetines

Los cajetines y cajas de paso son intercalados o ubicados al final de un circuito eléctrico, para realizar derivaciones, empalmes de conductores o conexiones a dispositivos de protección, maniobra, tales como interruptores para iluminación, tomacorriente, interruptores termomagnéticos, entre otros.

Los cajetines son pequeñas cajas metálicas o plásticas, de forma rectangulares, cuadradas, octogonales o redondas, las cuales poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipo conector a las paredes del cajetín.

Las cajas de paso poseen a diferencia de los cajetines, dimensiones no normalizadas, cuyo diseño se ajusta a los requerimientos y modelos. Para su construcción, el calibre de la lámina y el acabado de la caja de paso se escogerá según el sitio de utilización, ya sea empotrada en paredes o bien a la vista; tomando en cuenta si son lugares interiores, exteriores o según el nivel de corrosión del ambiente a ubicar según clasificación NEMA. [8]

Para la selección de las cajas de paso metálicas se utiliza la tabla 314.16 (A) del CEN [20] de nombre “Cajas Metálicas Normalizadas”, que se encuentra en el Anexo A7. En los casos en los que se tiene que diseñar la caja de paso, se toma como criterio las indicaciones del apartado 5.4.3 del MOP [17], que contiene la separación entre los ejes de cada tubo, en su tabla D-14a, los diámetros exteriores aproximados en la Tabla D-14b y el espesor permitido de las paredes de las cajas en la Tabla D-14c, presentes en el Anexo A8 junto con un ejemplo gráfico sobre el dimensionamiento de las cajas metálicas. [17]

2.11.- Protecciones eléctricas

Los dispositivos de protección en una instalación eléctrica son los interruptores termomagnéticos, interruptores de falla a tierra, los fusibles o una combinación de ellos. Sus propósitos fundamentales son proteger los conductores y el equipo instalado contra efectos excesivos de temperatura o proteger de una sobrecorriente. Estos dispositivos son los encargados de interrumpir la energía eléctrica en caso de falla en el sistema eléctrico y una selección no adecuada del dispositivo, pone en riesgo la seguridad de los usuarios y sus bienes.

Las principales fallas que se pueden generar son las siguientes:

- **Sobrecarga:** se refiere al funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente. Por lo general se establece en un 125 % de la capacidad nominal. Si este tipo de fallas persiste durante cierto tiempo, puede causar daños y sobrecalentamientos peligrosos.

- **Sobrecorriente:** es una falla que se produce cuando a través de una impedancia muy pequeña, se aplica una diferencia de potencial que puede causar una corriente

muy alta. Generalmente se producen cuando los conductores de dos fases, o una fase y tierra se conectan debido a fallas en el aislamiento, o por una mala instalación eléctrica. [9]

Las protecciones se seleccionan para proteger el conductor, por lo general para cada tipo de conductor se establece un valor nominal para su interruptor. Otro factor principal en la selección de los conductores es la capacidad de cortocircuito que poseen, la cual debe ser mayor que la corriente calculada para el peor de los casos en los que la probabilidad de cortocircuito es mayor, como los empalmes, borneras o contactos de un circuito ramal o de un circuito alimentador. El apartado 240.6 del CEN [20] establece las capacidades nominales de las protecciones tipo fusible o de acción termomagnética.

La norma IEC 60898 define los rangos de corriente para el disparo instantáneo del interruptor. Los tipo B tienen un rango de disparo instantáneo entre $3 I_n$ y $5 I_n$, los tipo C tienen un rango de disparo instantáneo entre $5 I_n$ y $10 I_n$ y los tipo D entre $10 I_n$ y $50 I_n$. Siendo I_n la corriente nominal del interruptor.

Normalmente, algunos fabricantes optan por definir umbrales diferentes, pero contenidos a los establecidos por la norma, específicamente en la característica tipo D, en donde encontramos rangos entre $10-16 I_n$ ó $10-20 I_n$.

En cuanto a la zona de operación tiempo–corriente, ésta debe ser tal que se asegure una adecuada protección del circuito sin operación prematura. Para establecer los tiempos de operación en el largo retardo u operación en condiciones de sobrecarga, la norma define valores de corriente de no disparo y disparo del interruptor, además de establecer que la temperatura debe ser referida a 30°C . [31]

2.11.1.- Coordinación de Protecciones [17]

En un sistema de distribución donde se tengan varias protecciones instaladas en el camino desde la acometida hasta la carga, es preciso establecer un criterio determinado para hacer que las operaciones de protección de cada interruptor sean realizadas de la manera más conveniente posible sobre el sistema que protege. Existen varios criterios para la coordinación de protecciones dependiendo del principio de compara-

ción de características de los interruptores.

- **Protección Selectiva:** se busca que actúe la protección más cercana a la falla, por lo que se comparan las curvas características de funcionamiento de los dispositivos de protección seleccionados para evaluar si se intersectan o no, con esto se determina que el tiempo total de apertura del dispositivo más próximo a la falla sea menor que el tiempo requerido por el siguiente interruptor que se encuentra en el camino de la falla. En caso de no intersectarse se considera que existe una coordinación completa.

2.11.2.- Protecciones para transformadores [20]

La protección de los transformadores de potencia depende del tamaño, la tensión y la importancia que pueda tener en el sistema eléctrico en el que se encuentre. En general, además de la protección eléctrica contra sobrecarga, pueden haber accesorios térmicos o mecánicos para accionar alarmas, ventiladores y en última instancia desconectar los transformadores.

Cuando se trata de transformadores con primario superior a los 600 V, por norma, se requiere una protección contra sobrecorriente. Al utilizar fusibles, su capacidad se debe designar a no más del 150 % de la corriente nominal o de plena carga en el primario del transformador. se permite el uso del siguiente tamaño o valor normalizado si el valor calculado con el 150 % no corresponde con el valor estándar del fusible.

Si se utiliza un interruptor, su valor no debe ser mayor al 300% de la corriente nominal primaria del transformador. Cuando el valor calculado no corresponde con una cantidad normalizada, se utiliza el valor normalizado interior.

2.11.3.- Protecciones para instalaciones eléctricas industriales. [21]

Las instalaciones eléctricas industriales, por su tamaño y complejidad, son en ocasiones tan importantes como los sistemas eléctricos de potencia. El uso de las técnicas de análisis utilizadas en este tipo de sistemas pueden ser aplicables también en distintos tipos de instalaciones.

El análisis de los sistemas eléctricos es un conjunto de técnicas que se basan en las leyes fundamentales de la electricidad, aplicables principalmente a circuitos trifásicos de corriente alterna. Estas técnicas facilitan el cálculo del comportamiento de los sistemas bajo condiciones específicas, para auxiliar en el diseño de nuevos sistemas, para rediseñar los sistemas existentes, o bien, para hacer ajustes y modificaciones a partes de las instalaciones. Los estudios principales de análisis en instalaciones industriales incluyen:

- Estudios y cálculos de cortocircuito
- Selección de dispositivos de protección
- Coordinación de dispositivos de protección
- Aspectos especiales como arranque de motores, caídas de tensión y corrección de factores de potencia.

2.11.4.- Selección de cables de puesta a tierra

Se seleccionan para las acometidas, en función del calibre de la acometida según las indicaciones del CEN [20] en su tabla 250.66 que se expone en el Anexo A11. En lo que respecta a los circuitos alimentadores y ramales, se selecciona dependiendo del valor nominal de la protección según indica la tabla 250.122 de la misma norma, que se muestra en el Anexo A12.

2.12.- Sistemas de iluminación [23]

El propósito fundamental que se persigue al iluminar un recinto industrial, es el de hacer cómodamente visibles los objetos, materiales y equipos que se localicen en todas las áreas determinadas en una planta. Es necesario contar con una iluminación adecuada dependiendo de las actividades que se realicen en cada área, como por ejemplo la oficina, el depósito, área de manufactura o similares.

La luz emitida a través de una fuente tiene una intensidad definida en la unidad fundamental Candela (Cd), que producen o irradian un flujo en todas direcciones indicadas en lumen y una iluminación determinada en un área específica dada en luxes, que dependerá de la distancia a la que se localice la fuente. Otra de las características que definen una fuente es la iluminancia, que es importante considerar para lograr una

mayor eficiencia en los sistemas de iluminación.

Para el diseño y evaluación de los sistemas de iluminación industrial es necesario el empleo de una serie de conceptos, unidades, factores determinantes de la visión, que fundamentalmente son:

2.12.1.- Características de una lámpara [23]

El término lámpara se aplica al dispositivo que genera la luz, en la actualidad casi todos son eléctricos. A la hora de seleccionar una lámpara, se deben conocer las exigencias visuales de las tareas que se vayan a realizar. Posteriormente se debe ajustar el tipo de lámparas a esas necesidades.

Los aspectos que se deben contemplar estarán relacionados con la cantidad y la calidad de la luz que produzca esa lámpara. La característica luminotécnica relacionada con la cantidad de luz es el flujo luminoso. Se deberá considerar también la dependencia luminosa, que va a representar la pérdida de flujo luminoso a lo largo de su vida útil. Cuanto mayor sea el flujo luminoso, mayor será el nivel de iluminación final en el puesto de trabajo. Pero no es el único aspecto que se debe considerar, hay otros que están relacionados con la calidad de la luz. Para ello se deben conocer otros aspectos de la lámpara como son:

- **Color aparente:** es la apariencia cromática de la luz emitida por esa lámpara. La temperatura de color es una característica que describe el color aparente. Consiste en comparar la temperatura emitida por una lámpara y compararla con la temperatura de un cuerpo negro que emita una radiación con un espectro cromático igual al de la luz considerada. En la Tabla 2.03 se muestra la clasificación de los Colores aparentes de lámparas.

Tabla 2.03. Colores aparentes de lámparas

Clase de color aparente	Color Aparente	Temperatura de color aproximada en K	Recomendación
1	Cálido	< 3300	Locales residenciales
2	Medio	3300 a 5300	Lugares de trabajo
3	Frio	>5300	Niveles de iluminación elevados

- **Rendimiento de color:** es la capacidad de la luz que emite la lámpara para reproducir fielmente los colores de los objetos iluminados. Se emplea el índice de rendimiento de color (IRC o Ra) para poder cuantificar esta propiedad. Es un sistema internacional que se emplea para medir la capacidad de la fuente de luz para reproducir los colores fielmente. La luz del día tiene una Ra = 100, lo que significa que los colores se reproducen fielmente. Cuanto más próximo a 100 emita la lámpara, más reales serán los colores del objeto iluminado. Las lámparas por tanto se podrán clasificar como en la Tabla 2.04, en función de su índice de rendimiento cromático:

Tabla 2.04.Rendimientos cromáticos de lamparas

Clase	IRC (Ra)	Clase	IRC (Ra)
1A	>90	2B	60-69
1B	80-89	3	40-59
2A	70-79	4	<20

2.12.2.- Criterios de selección de lámparas [17]

Para seleccionar luminarias en general se toman en cuenta los seis parámetros indicados a continuación:

- **Flujo luminoso:** que corresponde a la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa y, por tanto, es un factor que depende únicamente de las propiedades intrínsecas de la fuente, por lo que también se puede denominar como potencia luminosa. Este dato normalmente se obtiene de los valores suministrados por las casas fabricantes de lámparas ya que su determinación requiere de equipos y condiciones especiales.

- **Rendimiento luminoso:** mide la cantidad de energía que se convierte en luz con relación a la energía total consumida. Es, por tanto, una medida de la eficiencia luminosa de la fuente.

- **Índice de reproducción cromática:** que define la veracidad con la que se ve el color de los objetos. Permite analizar la reproducción de colores según el tipo de radiación luminosa de las diferentes lámparas. El IRC se considera excelente si se

encuentra entre 85 y 100 %, bueno si esta entre 70 y 84 %, regular si se tiene entre 40 y 69 % y malo si es inferior al 40 %.

- **Vida media:** corresponde al número de horas de funcionamiento para el cual han fallado el 50 % de las lámparas en uso. Es el dato que normalmente exhiben los fabricantes.

- **Vida económica útil:** se define como el período de funcionamiento, expresado en horas, durante el cual el flujo de la lámpara no desciende por debajo del 70% de su valor nominal.

2.12.3.- Métodos de cálculo de iluminancia [17]

Existen tres tipos fundamentales de cálculo para determinar la iluminancia de un conjunto de luminarias instalada:

- **Método Lumen:** que permite determinar el nivel de iluminancia medio en un plano de trabajo suministrado por diferentes fuentes de luz, tomando en cuenta su disposición, las dimensiones del ambiente, los acabados, el color, entre otros factores.

El método consiste en la determinación del flujo nominal total necesario para obtener el nivel de iluminación determinado (E), dada un área (S), mediante el uso de coeficientes de proporcionalidad que permitan tomar en cuenta el rendimiento total del sistema de iluminación (Kt) según la expresión (2.10).

$$\phi_t = \frac{E \cdot S}{K_t} \quad (2.10)$$

Donde:

ϕ_t : Flujo nominal total [lm]

E: Nivel de iluminación [lux]

S: Superficie [m²]

Kt: Rendimiento total

Los valores de E y S son conocidos, lo que reduce el problema a la determina-

ción de K_t , donde interviene el sistema de iluminación que se pretenda instalar considerando la distribución de las luminarias.

- **Método de punto por punto:** basado en la ley inversa de los cuadrados, se pueden considerar cuatro casos.

- Fuentes puntiformes: Tales como globos incandescentes o cualquier otro tipo de lámpara, siempre que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea 5 veces la dimensión mayor de la fuente.

- Fuentes de longitud infinita: como una fila continua de lámparas fluorescentes, de manera que la iluminación sobre el plano sea inversamente proporcional a la distancia de la fuente.

- Fuente superficial de área infinita: como un panel luminoso o un techo iluminado en forma totalmente indirecta, que siempre ilumine la superficie independientemente de la distancia a la que este colocado.

- Haz paralelo de luz: como sería el caso de reflectores y otros aparatos productores de haces, la iluminación no cambia con la distancia hasta que en función del diámetro y la distancia focal del reflector, se vuelve válida la ley inversa de los cuadrados.

- **Método de curvas isolux:** utilizado principalmente para el cálculo de calles o avenidas, puede ser aplicado para cualquier caso siempre que se disponga de las curvas isolux correspondientes a la luminaria que se utiliza. Las curvas se obtienen en cámara oscura y se representan en escala unitaria, la posición de los puntos sobre el plano donde se tienen los mismo niveles de iluminancia.

Existe un software llamado DialuxEVO que simula estudios de iluminancia de un área, que integra herramientas de cálculo asistido por computadora y ofrece una gran variedad de catálogos de luminarias de diferentes fabricantes. Este programa permite simular distribuciones de sistemas de iluminación, tomando en cuenta factores de reflexión de superficies, iluminación natural y otros factores, utiliza los métodos de punto por punto y curvas isolux para generar resultados sobre niveles promedios de

iluminancia en lux para cada distribución.

2.12.4.- Tipos de lámparas [14]

2.12.4.1.- Lámparas incandescentes

En estas lámparas la luz se produce en un filamento calentado hasta la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica. Habitualmente el filamento es de tungsteno. La eficiencia energética está en el orden del 50 % y tienen una vida media muy limitada.

No obstante, estas lámparas tienen la ventaja de emitir luz en un espectro cromático continuo y su capacidad de reproducir los colores es excelente; su rendimiento en color, Ra, es de 100. Por lo que respecta a la temperatura de color, es de unos 2.700 K, que corresponde a un tono de luz cálido.

Las lámparas halógenas son un tipo especial de lámpara incandescente. En estas lámparas se introduce un gas de relleno inerte junto con una pequeña cantidad de yodo, en forma de yoduro, cuyo efecto es retardar el deterioro producido por la evaporación del filamento. Debido a ello, estas lámparas pueden funcionar con temperaturas de filamento más elevadas, lo que proporciona una tonalidad de la luz más blanca y una eficiencia energética más elevada (se pueden obtener en torno a los 35 lúmenes/vatio). También la vida media de la lámpara es mayor que en las estándar.

2.12.4.2. Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga abarcan una serie de lámparas entre las que se encuentran las lámparas fluorescentes.

- **Lámparas fluorescentes:** En este tipo de lámparas la luz se genera en la película fluorescente que recubre la pared interior del tubo de vidrio. La fluorescencia de dicho recubrimiento se produce al incidir en él la radiación ultravioleta generada por la descarga eléctrica en el vapor de mercurio que está encerrado en el citado tubo. En estas lámparas la tonalidad de la luz emitida depende de la composición del material fluorescente que recubre el interior del tubo. Las lámparas fluorescentes tienen una eficiencia energética mucho más elevada que las lámparas incandescentes y su vida

media también es mayor.

La capacidad de reproducción cromática no es tan grande como en las incandescentes, su rendimiento en color, Ra, suele estar comprendido entre 70 y 90, según el modelo de lámpara.

- Lámparas de vapor de mercurio: Estas lámparas están constituidas por un pequeño tubo de vidrio de cuarzo dentro del cual se produce una descarga eléctrica en vapor de mercurio con alta presión. El tubo de cuarzo se coloca en el interior de una ampolla de vidrio de dimensiones bastante mayores. La descarga se inicia mediante un circuito eléctrico auxiliar que posibilita la formación de la descarga normal de trabajo y la emisión de un flujo importante de luz visible. Esta es la razón por la cual dichas lámparas, una vez conectadas, necesitan un cierto tiempo hasta lograr el régimen normal de funcionamiento.

La eficiencia energética de las lámparas de mercurio y su vida media son similares a las de las lámparas fluorescentes, pero se pueden fabricar para potencias más elevadas. La luz emitida presenta un espectro cromático discontinuo que se traduce en una capacidad limitada para reproducir los colores.

- Lámparas de vapor de sodio: El funcionamiento de las lámparas de vapor de sodio es similar al de las lámparas de mercurio, con la diferencia de que en este caso la descarga se produce en el seno del vapor de sodio contenido en una ampolla de vidrio especial resistente al ataque químico de este elemento. Dentro de esta clase de lámparas hay que distinguir dos tipos con características diferentes: de sodio de baja presión y de sodio de alta presión.

Las lámparas de sodio de baja presión son muy eficientes (hasta 200 lúmenes/vatio), pero emiten solamente luz monocromática, es decir, no permiten distinguir los colores. La aplicación de estas lámparas se limita a las actividades donde es necesario iluminar grandes espacios pero no se requiere la apreciación de los colores. Su vida media es de unas 7.000 horas. Por lo que se refiere a las lámparas de sodio de alta presión, su eficiencia energética no es tan elevada como en las de baja presión (unos 100 lúmenes/vatio), pero el espectro cromático emitido permite una cierta distinción, aunque limitada, de los 24 colores. Se emplean principalmente en alumbrado de exte-

riores: áreas industriales, alumbrado público, entre otros.

-Lámparas de halogenuros metálicos: Son comúnmente llamadas Metal Halide, contienen un tubo de descarga relleno de mercurio a alta presión y compuesto por una mezcla de gases halogenuros metálicos tales como Dysprosio, Holmio y Tulio, los cuales permiten obtener rendimientos luminosos más elevados y mejores propiedades de reproducción cromática que las lámparas de mercurio tradicionales.

Se caracterizan por tener una alta eficiencia, buen rendimiento de color, buen mantenimiento de lúmenes, una temperatura de color entre 4000 y 6500 K. Este tipo de lámparas requiere elementos auxiliares como un balasto, un arrancador y un capacitor, para su funcionamiento. [16]

2.12.4.3. Lámparas LED

La tecnología LED está basada en las características fotoluminiscentes de algunos semiconductores. El paso de corriente por esos compuestos semiconductores produce energía luminosa en una longitud de onda determinada. La combinación de los distintos semiconductores es lo que permite que emitan en diferentes longitudes de onda y se produzca finalmente una luz blanca.

Sus principales ventajas son: rápida respuesta al encendido y apagado, larga duración, robustez mecánica, reducido tamaño, bajo calentamiento y menor mantenimiento en general y el ahorro energético. Expertos han determinado que el ahorro energético puede oscilar en torno a un 92% respecto a bombillas incandescentes y a un 30% respecto a los fluorescentes.

Su principal problema es el coste de la instalación. Muchas empresas han optado por retirar otro tipo de alumbrado e instalar iluminación LED, esta medida reduce el consumo pero el coste inicial de la inversión no siempre es rentable. Otro posible inconveniente es que cada diodo produce una luz relativamente direccional de tal manera que se pueden producir sombras y desequilibrios en las luminancias. Otro problema que surge con los LED es que en ocasiones puede resultar una luz más fría.

2.12.5. - Iluminación en espacios de trabajo [15]

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad, las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo deberían tener una iluminación natural, que debe complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

La normativa vigente establece niveles mínimos de iluminancia en lugares de trabajo que deben ser tomadas en cuenta así como asegurar que la distribución de los niveles de iluminación sea lo más uniforme posible, que se mantengan niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores, que se eviten los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia.

Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores deben disponer de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

2.13.- Desarrollo de planos de un sistema eléctrico

Para la elaboración de los planos de un sistema se toma como referencia la norma COVENIN 398:1984 [24]; la cual establece los símbolos, nomenclatura asociada y criterios para mostrar en planos topográficos, las instalaciones eléctricas y equipos destinados a la distribución y control de energía eléctrica, en inmuebles, áreas y construcciones de cualquier tipo, para uso residencial, comercial, industrial, recreacional, entre otros. En la norma se define la ubicación física general, la disposición de las partes y la indicación de los elementos de las instalaciones eléctricas, teniendo como propósito una representación uniforme y coordinada en los planos de diseño. También

se utiliza la norma IEC 60617 [25] que tiene por objetivo establecer los símbolos gráficos de uso común en las representaciones en planos, esquemas y diagramas eléctricos de sistemas de potencia.

2.14.- Partidas y cálculos métricos

Las partidas permiten la organización del proyecto y se realizan de forma secuencial, estarán completamente definidas por su código, descripción completa y la unidad de medida. En las normas COVENIN 2000 [29] figuran las partidas más utilizadas, pero empleando la lógica, los lineamientos y esquemas de elaboración presente en los distintos capítulos se pueden crear nuevas partidas dependiendo de su necesidad, cabe resaltar que en ellas no debe aparecer ningún modelo o marca de fabricación sino las características de los elementos que las conforman. Las partidas deben especificarse considerando la mejor forma de ejecutarlas y medirlas conforme a las prácticas de la industria de construcción que logran garantizar el cumplimiento del proyecto.

Para realizar la identificación y el diseño de las partidas se sigue la siguiente metodología:

- Descomposición del proyecto en etapas.
- Simplificación de los trabajos a realizar.
- Descripción detallada de cada actividad.
- Identificación de las partidas existentes.
- Identificación de las actividades sin describir.
- Codificación y diseño de las nuevas partidas.

Los cálculos métricos corresponden al cálculo de las cantidades de cada tarea que componen un proyecto y cualquier otro elemento integrante o de un servicio profesional relacionado con el mismo. A través de los cálculos métricos se determinan las cantidades de los materiales e insumos de las partidas, así como también las unidades de las mismas.

Para su realización se deben cumplir las siguientes etapas:

- Realizar un estudio de los planos de obra para un perfecto entendimiento del

proyecto.

- Estudiar las técnicas constructivas más utilizadas actualmente.
- Evaluar y diferenciar los materiales que componen las partidas anteriormente descritas.
- Identificar las unidades de medidas de las partidas.
- Determinar las cantidades de los recursos de las partidas según las técnicas constructivas utilizadas.

2.15.- Desarrollo de la memoria descriptiva del proyecto

La memoria descriptiva y de cálculo es un documento técnico que se utiliza para complementar la información presente en los planos del proyecto, los cuales son utilizados como una herramienta visual. En este documento se hace referencia a detalles técnicos de la obra de forma escrita y específica, se divide en partes que engloban desde lo más general del proyecto hasta lo más particular, este documento se estructuró de la siguiente manera:

- **Información general:** En esta sección se incluye una descripción general del proyecto, se suele mencionar el entorno urbano del lugar, descripción de la estructura, la locación geográfica, parámetros climáticos y del terreno, y una descripción de las partes que conforman la infraestructura.

- **Alcance:** En esta parte se mencionan los puntos que abarcan la total implementación del proyecto.

- **Referencias:** Se presentan las normas y documentos técnicos que proponen las recomendaciones y especificaciones utilizadas como criterios para la realización del proyecto.

- **Criterios:** Es la sección donde se explican de forma detallada los criterios de diseño utilizados basados en las referencias anteriormente mencionadas.

- **Cálculos:** En este apartado se presenta el procedimiento en forma detallada de cómo se realizaron los cálculos de las instalaciones eléctricas.

- **Anexos:** Por último se tienen los anexos en donde se suelen presentar los planos realizados, los diagramas de conexiones de los tableros, estudios de iluminación, especificaciones de las luminarias, entre otros.

CAPÍTULO III

3.- MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describirán los métodos, procedimientos, criterios y consideraciones que se utilizan para el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos en el presente trabajo especial de grado. Con el objeto de clarificar los pasos a seguir para realizar un diseño de un sistema de canalizaciones industrial y ejemplificar cada una de las etapas del proyecto.

3.1.- Diagnóstico de las instalaciones

Se plantea realizar un levantamiento de información de las características de las instalaciones donde se realizará el proyecto de canalizaciones eléctricas. El diagnóstico consiste en generar un plano computarizado donde se identifique la ubicación de todos los aspectos arquitectónicos, civiles, mecánicos y eléctricos que posee la infraestructura.

En el área eléctrica es importante conocer la capacidad de la acometida instalada y levantar un diagrama unifilar de las cargas instaladas para conocer el estado y la ubicación de las canalizaciones actuales.

3.2.- Demanda eléctrica del sistema

Como primera fase se plantea la determinación de la demanda eléctrica del sistema eléctrico del área de planta, por lo que se propone realizar una serie de actividades entre las que se tiene inicialmente un estudio de las características eléctricas de cada una de las cargas del sistema actual, seguido de una estimación de la carga total a instalar en el área de planta y en el área de oficinas tal como se establece en el apartado 2.8.

3.2.1- Estudio de las maquinarias del área de planta

Se tomarán en cuenta las indicaciones del apartado 2.9.1. Para el caso en el cual se realizan mediciones en campo se utiliza un multímetro de marca UNI-T modelo

UT 202A cuyo datasheet se encuentra en el Anexo I1, para realizar mediciones de tensión y corriente RMS.

En la Tabla 3.01 se presenta un ejemplo para una máquina selladora de bolsas en la que se resumen las variables obtenidas de la placa de cada uno de sus elementos y las variables asumidas según lo establecido en el apartado 2.9.1.1. En la Tabla 3.02 se presenta una tabla donde se ejemplifica la estimación de la carga utilizando el método descrito en el apartado 2.9.1.2.

Tabla 3.01. Características eléctricas de una máquina selladora de bolsas

Carga	Potencia Nominal [W]	Tensión Nominal [V]	Corriente Nominal por fase [A]	Factor de potencia	Potencia activa calculada en [W]	Potencia reactiva calculada en [VAR]	Potencia aparente calculada en [VA]
Computadora	8.00	220.00 [1 ϕ]	-	1.00	8.00	0.00	8.00
VFD Principal	1500.00	220.00 [1 ϕ]	6.50	0.90	1287.00	623.32	1430.00
Driver DC motor tapete	-	220.00 [1 ϕ]	8.00	0.90	1584.00	767.17	1760.00
Driver DC motor bobina	-	220.00 [1 ϕ]	8.00	0.90	1584.00	767.17	1760.00
Driver PWM motor de paso	-	220.00 [1 ϕ]	8.50	0.90	1683.00	815.11	1870.00
Resistencia térmica	-	208.00 [1 ϕ]	-	1.00	1730.56	0.00	1730.50
Transformador antiestática	250.00	220.00 [1 ϕ]	-	0.70	250.00	255.05	357.143
Sistema completo	-		60.00	0.9	8126.56	3227.82	8744.13

Tabla 3.02. Características eléctricas de una máquina selladora de bolsas

Carga	Tensión de Alimentación [V]	Corriente Consumida [A]	Potencia aparente calculada en [VA]	Factor de utilización
Máquina Selladora	202.70	9.40	1905.38	0.22

El factor de utilización se determina considerando lo descrito en el apartado 2.7.

3.2.2.- Estimación de la demanda de fuerza en área de planta

La estimación de la demanda de fuerza del área de planta pasa por determinar la demanda individual de cada una de las cargas instaladas como se indica en el apartado 2.9.2. y luego considerarlas para obtener la demanda total de fuerza.

El factor de simultaneidad se calcula realizando el cociente del consumo medido en el alimentador principal de la planta entre la sumatoria total de los consumos individuales de cada máquina. La información acerca del consumo general de la planta de Polimallas se obtiene de un estudio especializado previo [30].

Para calcular la demanda de un conjunto de cargas donde existan diversos factores de potencia, se considera la sumatoria de las potencias activas y la sumatoria de las potencias reactivas para calcular finalmente la potencia aparente total con la expresión de la ecuación (3.01).

$$|S| = \sqrt{(\sum P_i)^2 + (\sum Q_i)^2} \quad (3.01)$$

La Tabla 3.03 ejemplifica la estimación de la demanda de una máquina selladora.

Tabla 3.03. Estimación de la demanda de una máquina selladora

Carga	Potencia Nominal Calculada [VA]	Potencia consumida medida [VA]	Factor de utilización	Factor de seguridad	Factor de simultaneidad	Demanda de la carga [VA]
Máquina Selladora	8744.13	1905.38	0.22	125 %	0.51	1222.00

3.2.3.- Estimación de la demanda de iluminación del área de planta.

Se realiza según lo indicado en el apartado 2.9.3. Para estimar la carga y la demanda total del sistema de iluminación para el área de planta se utiliza el software DialuxEVO para realizar la distribución del sistema y conocer si se cumple con los requerimientos de iluminancia de las normas. Una vez establecida la distribución y conociendo las características de cada una de las luminarias seleccionadas, se realiza la sumatoria total de las cargas asociadas a cada una de ellas y se aplica el factor de demanda adecuado.

Por otra parte es importante realizar una comparación con el sistema de iluminación actual del sistema, para lo cual se procede a medir con un Luxómetro marca Amprobe modelo LM-120, cuyo datasheet se encuentra en el Anexo I2. El equipo permite reconocer el máximo nivel de iluminancia dentro de una zona específica, entonces se procede a recorrer con el equipo toda el área que abarca la zona a estudiar y determinar el pico máximo y pico mínimo.

Una vez obtenidas las mediciones indicadas se comparan con las obtenidas por simulación, para comprobar que los valores mínimos y máximos medidos con un luxómetro se asemejen a los valores arrojados por el simulador si se colocan luminarias con características similares a las instaladas realmente. Esta comprobación se hace para poder estimar la iluminancia media actual de cada zona mediante una simulación.

3.2.4.- Estimación de la demanda de tomacorrientes del área de planta

No se tiene previsto por norma la instalación de tomacorrientes de uso general en un área destinada a una actividad industrial de planta, por lo que la ubicación y el tipo de tomacorriente que se incorporan en el diseño del sistema son indicados según las necesidades específicas del cliente y para la utilización de herramientas auxiliares. Se toman en consideración las indicaciones del apartado 2.9.4.

3.2.5.- Estimación de la demanda de tomacorrientes del área de oficinas

Se toman en consideración las indicaciones del apartado 2.9.4. Se utilizará como base de cálculo, una carga para los tomacorriente doble de 600 VA.

3.2.6.- Estimación de la demanda de iluminación del área de oficinas

La determinación de la demanda del sistema de iluminación del área de oficinas se realiza con la metodología explicada en el apartado 2.9.3 y 3.2.3.

3.2.7.- Estimación de la demanda de cargas especiales

Si existiera una carga especial, como por ejemplo un aire acondicionado o algún equipo de alto consumo, se considerará su carga nominal en la determinación de su demanda.

3.3.- Dimensionamiento del transformador de alimentación del sistema

Para dimensionar un transformador eléctrico principal se deben tener en cuenta lo descrito en 2.2.2. La acometida es por lo general en media tensión, 12,47 kV para la zona. La demanda se calcula con un 20% de reserva y se selecciona el valor comercial inmediatamente superior de las capacidades nominales de los transformadores de distribución.

En el caso del transformador elevador se toma en cuenta la demanda de la carga conectada, la relación de transformación, el tipo de conexión de los devanados y un factor de sobredimensionamiento de 10%.

3.4.- Selección de conductores y cableado

3.4.1.- Selección de los conductores de alimentación de una carga eléctrica

Se realiza según las indicaciones del apartado 2.10.4.1. Utilizando una herramienta de cálculo programable (Microsoft Excel) para automatizar el proceso.

3.4.1.1.- Selección de cableado para las acometidas

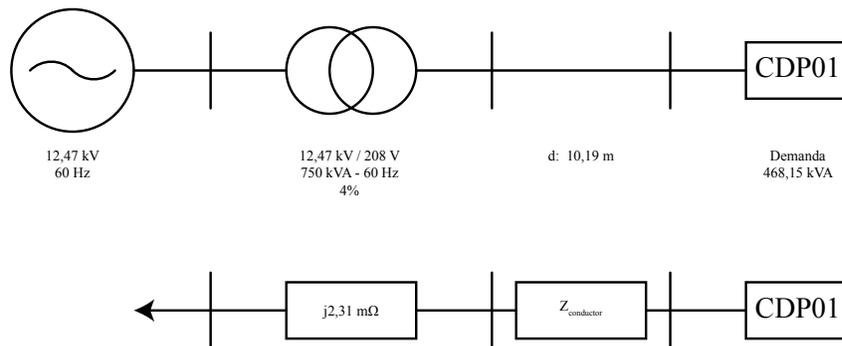


Figura 3.01. Cálculo del conductor de la acometida.

Para el cálculo del cableado para una acometida se toma el ejemplo de la Figura 3.01. Se inicia verificando la demanda total de la acometida para luego, en función de la tensión de alimentación conocer la corriente demandada del sistema como en la expresión (3.02). Se aplica un factor de sobredimensionamiento de 125% según las indicaciones del CEN [20]. Para el caso del CDP01 la demanda es igual a 468.15 kVA y la tensión de alimentación es de 208 V.

$$I_A = \frac{D_A}{\sqrt{3}V_A} \cdot 1,25 = \frac{486,15 \text{ kVA} \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 208 \text{ V}} = 1349,42 \text{ A} \quad (3.02)$$

En base a esta corriente se selecciona de la tabla 310.17 del CEN, el cable que pueda suplir esta ampacidad, tomando en cuenta los factores de corrección por temperatura de la misma tabla y lo indicado en 392.11 (B).

Una vez determinado el calibre (cuatro ternas de cable 750 kcmil de aluminio), se procede a calcular la caída de tensión, tomando el caso particular del CDP01 que se encuentra a una distancia de 10,19 m, como se muestra en (3.03) y (3.04):

$$\phi = \cos^{-1}(fp) = 0,32 \text{ rad} \quad (3.03)$$

$$\% \Delta V = \frac{S.l.((R.\cos\phi) + (X.\sin\phi))}{10.V^2.\#Ternas} = \frac{486,15kVA.0,01019km.\left(\left(0,102\frac{\Omega}{km}.\cos 0,32\right) + \left(0,157\frac{\Omega}{km}.\sin 0,32\right)\right)}{10.0,208kV^2.4} = 0,41\% \quad (3.04)$$

El porcentaje de caída de tensión calculado debe ser menor a 1% (3% asignado entre la acometida y alimentadores) según las indicaciones del CEN [20], con lo que se comprueba que cumple con el criterio de caída de tensión.

Seguidamente se calcula el cortocircuito máximo que tendrá el cable y se verifica que la sección transversal del calibre seleccionado es mayor que la calculada con las indicaciones del CEN [20].

Se aproxima la impedancia del transformador a la reactancia del mismo, ya que en los transformadores la reactancia es considerablemente superior a la resistencia. Para el caso particular del transformador seleccionado, la reactancia corresponde al 4% pu y se toma como en (3.05).

$$Z_A = Z_{Tx} \cong jX_{Tx} \frac{Z_{pu} \cdot V^2}{S} = \left(\frac{0,04 \cdot 208V^2}{750000VA} \right) = j 0,002307\Omega \quad (3.05)$$

Tomando en cuenta las características de la impedancia aguas arriba y la resistencia de los cables se calcula la ZTH equivalente como en el ejemplo de (3.06), (3.07), (3.08), (3.09) y (3.10).

$$\overrightarrow{R_{cable}} = 0,102 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,01019km \cdot \frac{1}{\#ternas} = 0,0002598\Omega \quad (3.06)$$

$$\overrightarrow{X_{cable}} = 0,157 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,01019km \cdot \frac{1}{\#ternas} = j 0,0003999\Omega \quad (3.07)$$

$$\overrightarrow{R_{TH}} = 0,0002598\Omega \quad (3.08)$$

$$\overrightarrow{X_{TH}} = j 0,0003999\Omega + j 0,002307\Omega = j 0,0027073\Omega \quad (3.09)$$

$$\overrightarrow{Z_{TH}} = \overrightarrow{R_{TH}} + j \overrightarrow{X_{TH}} = (0,0002598 + j 0,0027073) \Omega \quad (3.10)$$

Utilizando los datos obtenidos se calcula la corriente de cortocircuito para el CDP en cuestión tal como se muestra en (3.11), y seguidamente se calcula la mínima sección transversal del conductor para soportar dicha corriente de falla (3.12).

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{R_{TH}^2 + X_{TH}^2}} = \frac{120 \text{ V}}{\sqrt{0,0002598\Omega^2 + 0,0027073\Omega^2}} = 44,12 \text{ kA} \quad (3.11)$$

$$A = \sqrt{\frac{t \cdot I_{cc}^2}{0,0125 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T2 + 228^\circ C)}{(T1 + 228^\circ C)} \right)}} = \sqrt{\frac{0,01 \cdot (44,12 \text{ kA})^2}{0,0125 \cdot \log_{10} \left(\frac{(150^\circ C + 228^\circ C)}{(75^\circ C + 228^\circ C)} \right)}} = 127,34 \text{ kcmil} \quad (3.12)$$

Para el ejemplo, el calibre seleccionado es 750 kcmil de aluminio (4 Ternas) con una sección transversal total A de 3000 kcmil, se considera una temperatura inicial T1 igual a 75 °C por ser THW y una final T2 de 150 °C por ser conductor de aluminio con aislante termoplástico [20], el tiempo de falla se toma en 0.01 s, siendo éste un tiempo un poco por encima de medio ciclo. Se comprueba que el calibre seleccionado cumple con el criterio de cortocircuito.

3.4.1.2.- Selección de cableado para los alimentadores

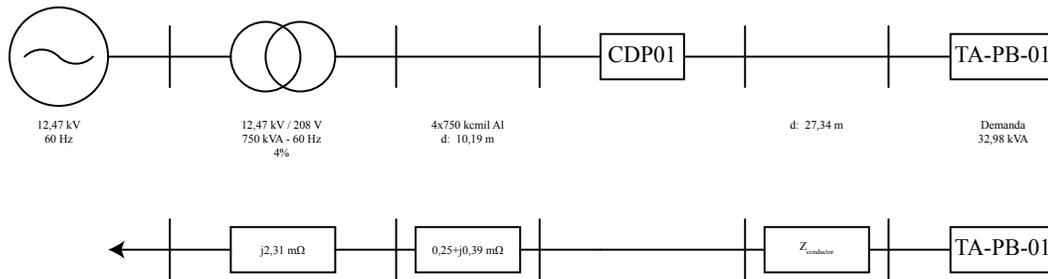


Figura 3.02. Cálculo del conductor del alimentador de TA-PB-01.

Para el cálculo del cableado para un circuito alimentador se toma en primer lugar el circuito de la Figura 3.02. Se inicia verificando la demanda total del tablero a alimentar, para luego, en función de la tensión de alimentación conocer la corriente demandada del sistema (3.13). Se aplica un factor de sobredimensionamiento de 125% según las indicaciones del CEN [20]. Para el caso del TA-PB-01 la demanda es igual a 32,98 kVA y la tensión de alimentación es de 208 V.

$$I_A = \frac{D_A}{\sqrt{3}V_A} \cdot 1,25 = \frac{32,98 \text{ kVA} \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 208 \text{ V}} = 114,43 \text{ A} \quad (3.13)$$

En base a esta corriente se selecciona de la tabla 310.17 del CEN [20], el cable que pueda suplir esta ampacidad, tomando en cuenta los factores de corrección por temperatura de la misma tabla y lo indicado en 392.11 (B). Si el circuito alimentador no está canalizado por bandejas porta cables sino por tubería debidamente enterrada, entonces para ésta corriente se selecciona de la tabla 310.16 del CEN [20], el cable que pueda suplir esta ampacidad, tomando en cuenta los factores de corrección por temperatura de la misma tabla y la 310.15.

Una vez determinado el calibre (2 AWG de cobre), se procede a calcular la caída de tensión, tomando el caso particular del TA-PB-01 que se encuentra a una distancia de 27,34 m, como se muestra en (3.14) y (3.15):

$$\phi = \cos^{-1}(fp) = 0,32 \text{ rad} \quad (3.14)$$

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l \cdot ((R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi))}{10 \cdot V^2 \cdot \#Ternas} = \frac{32,98 \text{ kVA} \cdot 0,02734 \text{ km} \cdot \left((0,66 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot \cos 0,32) + (0,187 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot \sin 0,32) \right)}{10 \cdot 0,208 \text{ kV}^2 \cdot 1} = 1,43 \% \quad (3.15)$$

El porcentaje de caída de tensión calculado debe ser menor a 2%.

Seguidamente se calcula la impedancia equivalente vista desde el tablero como en las expresiones (3.16), (3.17), (3.18), (3.19), (3.20). Dicho valor será utilizado para estimar el cortocircuito máximo que tendrá el cable (3.21) y se verifica que la sección transversal del calibre seleccionado (3.22) es mayor que la calculada con las indicaciones del CEN [20].

$$\overrightarrow{R_{cable}} = 0,66 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,02734 \text{ km} = 0,01805 \Omega \quad (3.16)$$

$$\overrightarrow{X_{cable}} = 0,187 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,02734 \text{ km} = j 0,00511 \Omega \quad (3.17)$$

$$R_{TH} = R_{cable} + R_A = 0,01805 \Omega + 0,0002598 \Omega = 0,01831 \Omega \quad (3.18)$$

$$X_{TH} = X_{cable} + X_A = j 0,00511 \Omega + j 0,0027073 \Omega = j 0,00782 \Omega \quad (3.19)$$

$$\vec{Z}_{TH} = \vec{R}_{TH} + j\vec{X}_{TH} = (0,01831 + j 0,00782) \Omega \quad (3.20)$$

$$I_{CC} = \frac{V_{pf}}{\sqrt{R_{TH}^2 + X_{TH}^2}} = \frac{120 \text{ V}}{\sqrt{(0,01831\Omega)^2 + (0,00782 \Omega)^2}} = 6,027 \text{ kA} \quad (3.21)$$

$$A = \sqrt{\frac{t \cdot I_{CC}^2}{0,0125 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T2 + 228^\circ C)}{(T1 + 228^\circ C)} \right)}} = \sqrt{\frac{0,01 \cdot (6,027 \text{ kA})^2}{0,0297 \cdot \log_{10} \left(\frac{(150^\circ C + 234^\circ C)}{(75^\circ C + 234^\circ C)} \right)}} = 11,39 \text{ kcmil} \quad (3.22)$$

Para el ejemplo, el calibre seleccionado es de una sola terna de 2 AWG de cobre con una sección transversal total A de 66,36 kcmil, se considera una temperatura inicial T1 igual a 75 °C por ser THW y una final T2 de 150 °C por ser conductor de aluminio con aislante termoplástico, el tiempo de falla se toma en 0.01 s, siendo éste un tiempo un poco por encima de medio ciclo. Se comprueba que el calibre seleccionado cumple con el criterio de cortocircuito.

Existen casos donde los tableros se encuentran con un nivel de tensión distintos a otros tableros y están alimentados por un transformador que incrementa o decrementa esos valores de voltaje, por tal motivo es necesario trabajar ese sistema bajo la misma referencia.

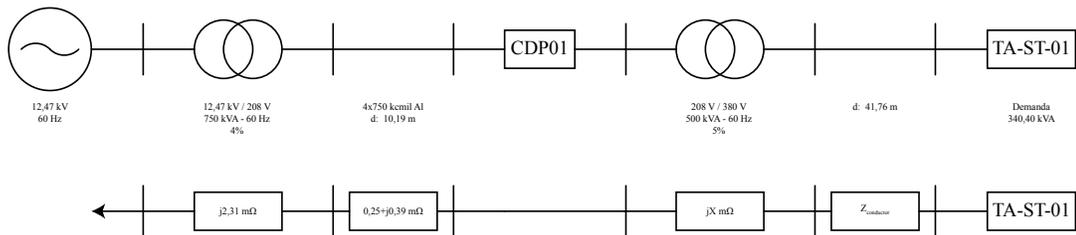


Figura 3.03.Cálculo del conductor del alimentador TA-ST-01.

Para el alimentador del tablero TA-ST-01 presentado en la Figura 3.03, se toma la impedancia aguas arriba del lado primario, y se refiere al lado secundario como se muestra en (3.23) y (3.24):

$$S_1 = \frac{V_1^2}{Z_1} ; S_2 = \frac{V_2^2}{Z_2} \text{ y } S_1 = S_2 \quad (3.23)$$

$$R_2 = \frac{V_2^2}{V_1^2} \cdot R_1 = \frac{380^2}{208^2} \cdot 0,00036 = 0,001202\Omega \quad (3.24)$$

Donde:

S1: Potencia del primario del transformador

V1: Tensión del primario del transformador

Z1: Impedancia equivalente aguas arriba

S2: Potencia del secundario del transformador

V2: Tensión del secundario del transformador

Z2: Impedancia equivalente

R1: Resistencia aguas arriba del transformador

R2: Resistencia referida

Para la reactancia se tomara la impedancia interna del transformador, asumida reactiva pura (3.25).

$$X_2 = \frac{V_2^2}{V_1^2} \cdot X_1 + X_{Tx02} = \frac{380^2}{208^2} \cdot 0,00286 + 0,0144 = j0,02395 \Omega \quad (3.25)$$

$$\vec{Z}_2 = \vec{R}_2 + j\vec{X}_2 = (0,001201 + j0,02395) \Omega \quad (3.26)$$

Cabe acotar que se toma como criterio que el mínimo calibre para un circuito alimentador sera #6 AWG.

3.4.1.3.- Selección de cableado para circuitos ramales

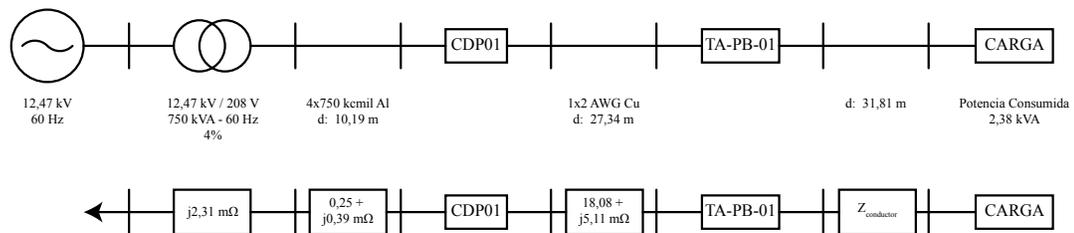


Figura 3.04.Cálculo del conductor del ramal de Selladora 1.

Para el cálculo del cableado para un circuito ramal se toma el ejemplo de la Figura 3.04. Se inicia verificando la demanda total de la carga a alimentar, para luego, en función de la tensión de alimentación conocer la corriente requerida por la carga (3.27). Se aplica un factor de sobredimensionamiento de 125% según las indicaciones del CEN. Para el caso del Selladora 1, la potencia de esta carga es igual a 2,38 kVA y la tensión de alimentación es de 208 V.

$$I_A = \frac{S_A}{V_A} \cdot 1,25 = \frac{2,38 \text{ kVA} \cdot 1,25}{208 \text{ V}} = 11,45 \text{ A} \quad (3.27)$$

En base a esta corriente se selecciona de la tabla 310.17 del CEN [20], el cable que pueda suplir esta ampacidad, tomando en cuenta los factores de corrección por temperatura de la misma tabla y lo indicado en 392.11 (B). Si el circuito ramal no está canalizado por bandejas porta cables, sino por tubería debidamente enterrada, entonces para ésta corriente se selecciona de la tabla 310.16 del CEN [20], el cable que pueda suplir esta ampacidad, tomando en cuenta los factores de corrección por temperatura de la misma tabla y la 310.15.

Una vez determinado el calibre (10 AWG), se procede a calcular la caída de tensión como se muestra en (3.28) y (3.29):

$$\phi = \cos^{-1}(fp) = 0,38 \text{ rad} \quad (3.28)$$

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l \cdot ((R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi))}{5 \cdot V^2} = \frac{2,38 \text{ kVA} \cdot 0,03181 \text{ km} \cdot \left(\left(3,9 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot \cos 0,38 \right) + \left(0,207 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot \sin 0,38 \right) \right)}{5 \cdot 0,208 \text{ kV}^2} = 1,30\% \quad (3.29)$$

El porcentaje de caída de tensión calculado debe ser menor a 2% según las indicaciones del CEN para los circuitos ramales, con lo que se comprueba que cumple con el criterio de caída de tensión.

Seguidamente se calcula la impedancia equivalente vista desde la carga como en las expresiones (3.30), (3.31), (3.32), (3.33) y (3.34). Luego se calcula el cortocircuito máximo que tendrá el cable (3.35) y se verifica que la sección transversal del calibre seleccionado (3.36) es mayor que la calculada con las indicaciones del CEN [20].

Es pertinente acotar que, según las indicaciones del estándar IEEE Std.

141-1993 [32], se desprecian las contribuciones de energía de los motores inferiores a 50 HP durante un cálculo de cortocircuito. Así mismo, no se considerarán los motores que sean accionados a través de variadores de frecuencia o drivers.

$$\overrightarrow{R_{cable}} = 3,9 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,03181 km = 0,1241 \Omega \quad (3.30)$$

$$\overrightarrow{X_{cable}} = 0,207 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,03181 km = j 0,00658 \Omega \quad (3.31)$$

$$R_{TH} = R_{cable} + R_A = 0,1241 \Omega + 0,01831 \Omega = 0,14237 \Omega \quad (3.32)$$

$$X_{TH} = X_{cable} + X_A = j 0,00658 \Omega + j 0,00782 \Omega = j 0,01440 \Omega \quad (3.33)$$

$$\overrightarrow{Z_{TH}} = \overrightarrow{R_{TH}} + j \overrightarrow{X_{TH}} = (0,14237 + j 0,01440) \Omega \quad (3.34)$$

$$I_{CC} = \frac{V_{pf}}{\sqrt{R_{TH}^2 + X_{TH}^2}} = \frac{120 V}{\sqrt{(0,14237 \Omega)^2 + (0,01440 \Omega)^2}} = 0,84 kA \quad (3.35)$$

$$A = \sqrt{\frac{t \cdot I_{cc}^2}{0,0297 \cdot \log_{10} \left(\frac{T_2 + 234^\circ C}{T_1 + 234^\circ C} \right)}} = \sqrt{\frac{0,01 \cdot 0,84 kA^2}{0,0297 \cdot \log_{10} \left(\frac{150^\circ C + 234^\circ C}{75^\circ C + 234^\circ C} \right)}} = 1,57 kcmil \quad (3.36)$$

Para el ejemplo, el calibre seleccionado es de una sola terna de 10 AWG con una sección transversal total A de 10,38 kcmil, se considera una temperatura inicial T1 igual a 75 °C por ser THW y una final T2 de 150 °C por ser conductor de aluminio con aislante termoplástico, el tiempo de falla se toma en 0,01 s, siendo éste un tiempo un poco por encima de medio ciclo. Se comprueba que el calibre seleccionado cumple con el criterio de cortocircuito.

La caída de tensión desde la fuente de alimentación hasta la carga se obtiene de acuerdo a (3.37):

$$\% \Delta V_{total} = \% \Delta V_{acometida} + \% \Delta V_{alimentador} + \% \Delta V_{ramal} = 0,38 + 0,88 + 1,30 = 2,56 \% \quad (3.37)$$

En los casos donde existan circuitos ramales con derivaciones a otras cargas

similares, el cálculo de la caída de tensión se realiza sumando todas las caídas de tensión individuales como se muestra en (3.38) y (3.39):

Para cargas trifásicas:

$$\% \Delta V_{total} = \frac{(R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi)}{10 \cdot V^2} \cdot [l_1 \cdot S_1 + l_2 \cdot S_2 + \dots + l_n \cdot S_n] \quad (3.38)$$

Para cargas monofásicas

$$\% \Delta V_{total} = \frac{((R \cdot \cos \phi) + (X \cdot \sin \phi))}{5 \cdot V^2} \cdot [l_1 \cdot S_1 + l_2 \cdot S_2 + \dots + l_n \cdot S_n] \quad (3.39)$$

Donde:

l_n : distancia entre las salidas donde se derivan las cargas.

S_n : Potencia total en ese punto.

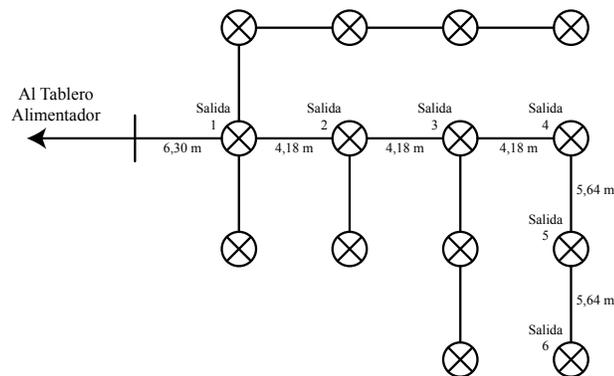


Figura 3.05. Cálculo de la caída de tensión en un circuito con ramales derivados.

3.4.1.4.- Selección de conductores para cargas especiales

En lo que respecta a la selección de conductores para cargas especiales como aires acondicionados, chillers enfriadores de agua y equipos similares. Se utilizarán las indicaciones de cableado y protección indicada por los fabricantes, los cuales se basan en lo indicado por el CEN [20].

3.4.1.5.- Selección de conductores de neutro

Se aplicará un criterio determinado dependiendo del tipo de tablero a alimentar. Si se trata de un tablero que alimentará cargas únicamente trifásicas, se canalizará un conductor de tierra con una capacidad de 1/3 de la utilizada por las fases, esto con la finalidad de poder suplir cargas que se adicionen a futuro.

Para los tableros que si alimentan cargas monofásicas de 120 V, se tomará el valor máximo entre 1/3 de la capacidad calculada para cada fase y la máxima corriente monofásica que circule por cualquiera de las fases.

3.5.- Ubicación de tableros eléctricos

Tal como se explicó en el apartado 2.10.4.1, se debe cumplir con tres factores principales para seleccionar el cable de alimentación de una carga. Se propone una metodología para optimizar la ubicación del tablero que alimentará varias cargas en un mismo piso iniciando con la selección por ampacidad del calibre del conductor para cada carga.

Una vez considerada la ubicación de las cargas y el cable de acuerdo a su ampacidad de la tabla del CEN [20] 310.16 para los que estarán canalizados por tubería y la tabla 310.17 para los que estén canalizados por bandejas portacables y aplicados sus respectivos factores de temperatura y más de cuatro conductores por tubería (310.15) o para el caso de bandejas (392.11 (B)). Se realiza de acuerdo al método desarrollado por el autor, el cual consta en obtener la distancia mínima en la que el conductor es capaz de soportar una corriente de cortocircuito de acuerdo a (3.40) y la distancia máxima de ese mismo conductor en la que es capaz de otorgar el máximo porcentaje de caída de tensión para esa carga o tablero de acuerdo a (3.41).

$$l_{min} = \frac{1}{|Z_{cable}|} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{Conductores de Cobre} \\ \frac{V_F}{A} \cdot \sqrt{\frac{t}{0,0297 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T_2 + 234^\circ C)}{(T_1 + 234^\circ C)} \right)}} - |Z_A| \end{array} \right] \quad \begin{array}{c} \text{Conductores de Aluminio} \\ \frac{V_F}{A} \cdot \sqrt{\frac{t}{0,0125 \cdot \log_{10} \left(\frac{(T_2 + 228^\circ C)}{(T_1 + 228^\circ C)} \right)}} - |Z_A| \end{array} \quad (3.40)$$

Donde:

l_{min} : Distancia máxima del cable [km]

Z_{cable} : Impedancia del cable [Ω/km]

Z_A : Impedancia aguas arriba [Ω]

t: Tiempo de cortocircuito [s]

A: Calibre del cable [kcmil]

V_F : Tensión de fase [V]

$$l_{\text{máx}} = \frac{\text{Cargas trifásicas}}{\text{Cargas monofásicas}} = \frac{\% \Delta V_{\text{máx}} \cdot 10 \cdot V_L^2 \cdot \#Ternas}{((R_{\text{cable}} \cdot \cos \phi) + (X_{\text{cable}} \cdot \sin \phi)) \cdot S} \quad l_{\text{máx}} = \frac{\% \Delta V_{\text{máx}} \cdot 5 \cdot V_L^2 \cdot \#Ternas}{((R_{\text{cable}} \cdot \cos \phi) + (X_{\text{cable}} \cdot \sin \phi)) \cdot S} \quad (3.41)$$

Donde:

$l_{\text{máx}}$: Distancia máxima del cable [km]

$\% \Delta V_{\text{máx}}$: Valor máximo permitido de caída de tensión [%]

V_L : Tensión de línea [kV]

R_{cable} : Resistencia del cable por kilómetro [Ω/km]

X_{cable} : Reactancia del cable por kilómetro [Ω/km]

S: Potencia demandada por la carga [kVA]

ϕ : \cos^{-1} (fp)

Una vez obtenidas las distancias máximas y mínimas, a cada una se le resta el trayecto vertical aproximado que tendrá el cable, como la altura entre el tablero y la tubería o la bandeja, y la altura de la tubería o bandeja hasta la carga, de tal forma que se obtenga solamente la distancia horizontal de todo el trayecto del cable. Éstas distancias, se consideran un radio mayor (3.43) y un radio menor (3.42) cuyo centro está en la alimentación de la carga o del tablero a alimentar.

$$Radio_{\text{mín}} = l_{\text{mín}} - |h_{\text{duc}} - h_{\text{tab}}| - |h_{\text{duc}} - h_{\text{alm}}| \quad (3.42)$$

$$Radio_{\text{máx}} = l_{\text{máx}} - |h_{\text{duc}} - h_{\text{tab}}| - |h_{\text{duc}} - h_{\text{alm}}| \quad (3.43)$$

Donde:

$Radio_{\text{mín}}$: distancia horizontal mínima

$Radio_{\text{máx}}$: distancia horizontal máxima

$l_{\text{mín}}$: distancia mínima

$l_{\text{máx}}$: distancia máxima

h_{duc} : altura del ducto de canalización

h_{tab} : altura del tablero de alimentación

h_{alim} : altura de la toma de alimentación de la máquina

En un plano de arquitectura donde se encuentre la distribución de la maquinaria y la ubicación de las paredes y columnas del piso, se puede realizar la intersección de los anillos mencionados, formándose una región en la cual se puede ubicar el tablero asegurando que todos los circuitos ramales que se derivan de él cumplen con los criterios.

3.6.- Canalizaciones eléctricas

Para la determinación de las canalizaciones eléctricas se toma en cuenta que si se pretende pasar más de 3 conductores portadores de corriente por una misma tubería se deben considerar los factores que deprecian la ampacidad de los mismos. En lo que respecta a canalizaciones realizadas a través de bandejas portacables se toma en cuenta las consideraciones de la sección 392.10 del CEN [20] que se presenta en el Anexo A5.

Las tuberías se estiman tomando en cuenta las indicaciones de la tabla C1 del CEN [20] de nombre “Número máximo de conductores o cables en tubería eléctrica metálica tipo EMT” que se encuentra en el Anexo A6. Se debe considerar el apartado 358.26 del CEN [20] que indica que no debe haber más de el equivalente a 360 grados en curvaturas realizadas a tramos de tubería EMT, es decir, se pueden realizar máximo 4 curvas de 90 grados.

Para la selección de las cajas de paso metálicas se toma en consideración lo indicado en el apartado 2.10.5.2.

3.7.- Selección de las protecciones eléctricas

Las protecciones se seleccionan a partir de las características mínimas indicadas en el apartado 2.11. Cabe destacar que se debe considerar en todo momento el cumplimiento la coordinación de protecciones, para lo cual se propone un ejemplo en el cual se grafican las curvas características de tiempo vs. corriente que se encuentran involucradas en la alimentación de la Compactadora 1. En la Tabla 3.04 y la Figura 3.06 se muestra la comprobación de la coordinación de protecciones de ese circuito.

Tabla 3.04. Protecciones del circuito energizador de la compactadora 1

TX03-CDP02-TA-C-ST-Compactadora				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-C-ST	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

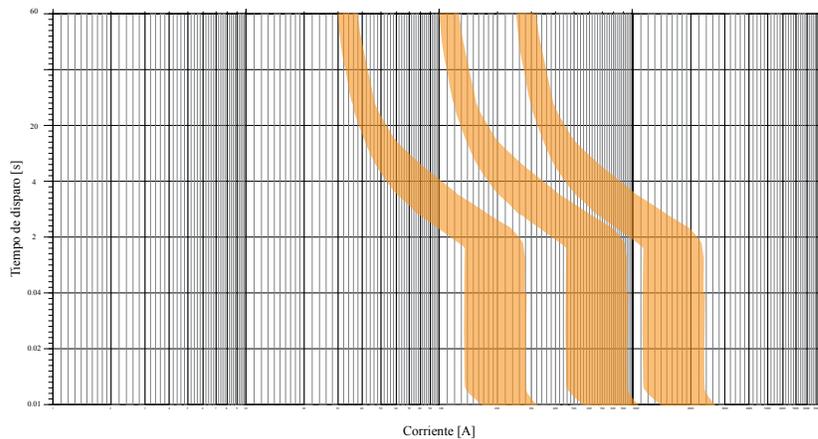


Figura 3.06. Curvas Tiempo vs. Corriente para coordinación de protecciones

3.7.1.- Selección de cableado de tierra.

El cableado de puesta a tierra se determina siguiendo las indicaciones del apartado 2.11.4.

3.8.- Selección de los tableros eléctricos

Para determinar cada uno de los tableros se considera lo indicado en el apartado 2.3. Los tableros se muestran según el formato de la Figura 3.07 donde se identifican las siguientes características:

- **Tablero:** Nombre o identificación del tablero.
- **Código:** Abreviatura del tablero, utilizado para referirse a los tableros en los planos.
- **Ubicación:** Lugar donde está ubicado el tablero de acuerdo a los planos.
- **Alimentador:** Circuito alimentador, donde describe la cantidad y el calibre

de cables por fase, neutro (Si aplica) y tierra.

- **Carga instalada:** Potencia total de cada una de las cargas conectadas a este tablero en kVA.
- **Protección Principal:** Protección termomagnética del circuito alimentador.
- **Tipo:** Tipo de tablero, frecuencia, cantidad de fases, neutro y tierra.
- **Tensión:** Tensión de fase y de línea (Si aplica).
- **Corriente Nominal:** Corriente demandada por las cargas.
- **Proviene de:** Tablero del cual se alimenta.
- **Ampacidad de la barra:** Ampacidad máxima permitida por las barras conductoras propias del tablero.
- **Corriente carga monofásica:** El máximo valor de corriente obtenido por una de las fases (R, S o T).
- **Asimetría:** Diferencia porcentual entre la corriente máxima de una fase y la fase que menos demanda corriente.

Tablero: Tablero Sotano 2				Codigo: TA-ST-02				Ubicación: Zona de Extrusion				
Alimentador: 3PH 2x(500 AWG) + N 1/0 AWG + T 1/0 AWG				Carga Instalada: 117,74 kVA				Proteccion Principal: 600 A				
Tipo: Tipo NAB 60Hz 3PH + N + T				Tension: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 326,83 A				
Proviene de: CDP01				Ampacidad barra: 750 A				Corriente Car. Monofasica: 0 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Proteccion [A]	Circuito	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Circuito	Proteccion [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Extrusora Zipper 1	81.58	4	125	C-1	329.46			C-2	250	350	247.88	Coextrusora 1
				C-3		329.46		C-4				
				C-5			329.46	C-6				
Extrusora Zipper 2	81.58	4	125	C-7	304.84			C-8	225	300	223.26	Coextrusora 2
				C-9		304.84		C-10				
				C-11			304.84	C-12				
Chiller 3	58.88	6	90	C-13	58.88			C-14	20	12	3.94	Bombas de suministro CH03
				C-15		58.88		C-16				
				C-17			58.88	C-18				
reserva				C-19	0.00			C-20				reserva
reserva				C-21		0.00		C-22				reserva
reserva				C-23			0.00	C-24				reserva
Corriente 3PH					693.18	693.18	693.18	0%	Asimetria			
Corriente Cargas 1PH					0	0	0	0	Max Corriente 1PH			

Figura 3.07. Tablero TA-ST-02

3.9.- Desarrollo de planos eléctricos

Considerando las indicaciones del apartado 2.13 se dibujan los planos utilizando AutoCAD, el cual es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Este software es reconocido a nivel mundial y es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros y diseñadores industriales, ofrece una gran cantidad de herramientas que facilitan el desarrollo de planos arquitectónicos y de ingeniería.

3.10.- Desarrollo de las partidas y cálculos métricos

Se desarrollan tomando en cuenta lo indicado en 2.14. presentando una tabla donde se identifica el número de partida, código, descripción y cantidad de cada uno de los equipos y materiales necesarios para la instalación del sistema diseñado.

CAPÍTULO IV

4- MEMORIA DE RESULTADOS

En este capítulo se presentaran los resultados obtenidos al utilizar los métodos, procedimientos, normativas, criterios y consideraciones expuestos en el capítulo anterior, comprobando así el cumplimiento de los objetivos propuestos en este trabajo especial de grado.

4.1.- Diagnóstico inicial de las instalaciones

Al realizar el levantamiento de información se realizaron los planos de ubicaciones de las maquinarias, canalizaciones existentes y elementos que conforman la nueva sede de Polimallas C.A., se realizaron cuatro planos que contemplan todo el edificio que incluye el sótano, planta baja, primer y segundo piso. Dichos planos se presentan en el archivo Anexos.dwg e impresos en los indicados como Anexo B1, Anexo B2, Anexo B3, Anexo B4 y Anexo B5 respectivamente.

Durante el levantamiento de información se desglosaron los elementos que conforman cada una de las máquinas y se detallaron las características eléctricas de dichos elementos para realizar la estimación de la demanda, el desglose de cada máquina se encuentran en el Anexo C.

4.2.- Demanda eléctrica del sistema

4.2.1.- Demanda de fuerza en área de planta

La demanda de fuerza del área de planta se estima según las indicaciones del apartado 3.2.2. En la Tabla 4.01 se muestra la demanda estimada de todas las maquinarias de planta. Para el cálculo del factor de simultaneidad se toman en cuenta los valores presentados en la Tabla 4.02 utilizando la expresión (2.01).

Tabla 4.01. Estimación de la demanda de las maquinarias de planta.

Máquina	Potencia Nominal Instalada [kVA]	Potencia consumida medida [kVA]	Factor de utilización	Potencia consumida con el factor de seguridad [kVA]	Factor de simultaneidad	Demanda [kVA]	Características (Anexo)
Selladoras 1 ... 9	8,74	1,91	0,22	2,38	0,51	1,22	C1
Selladora ancha 10	12,62	5,46	0,43	6,83	0,51	3,50	C9
Selladora 11	31,58	5,61	0,18	7,01	0,51	3,60	C10
Selladora ancha 12 y 13	8,43	4,28	0,51	5,35	0,51	2,75	C11
Selladora Zipper 1	17,28	3,17	0,18	3,96	0,51	2,03	C8
Selladora de conos	11,02	5,13	0,47	6,41	0,51	3,29	C4
Selladora de mordaza 1 ... 4	9,68	3,34	0,35	4,18	0,51	2,14	C5
Dobladora 1 y 2	1,50	0,45	0,30	0,56	0,51	0,29	C12
Cortadora 1	8,32	3,53	0,42	4,41	0,51	2,26	C24
Cortadora 2	27,43	7,41	0,27	9,27	1,00	9,27	C25
Extrusora Zipper 1 y 2	66,20	18,81	0,28	23,51	0,51	12,06	C6 y C7
Coextrusora 1	117,37	57,84	0,49	71,44	0,51	37,09	C2
Coextrusora 2	110,10	51,48	0,47	64,35	0,51	33,00	C3
Chiller 1 y 3	27,27	13,58	0,50	16,97	0,51	8,70	C13 y C21
Chiller 2	7,66	5,29	0,69	6,61	0,51	3,39	C15
Bombas	3,28	0,91	0,28	1,14	0,51	0,58	C14
Compresor 1	31,10	29,32	0,94	36,65	0,51	18,8	C16
Cortacore 1	0,76	0,54	0,70	0,67	0,51	0,34	C17
Laminadora	332,24	147,23	-	147,23	1,00	147,23	C22
Impresora	138,87	127,66	-	127,66	1,00	127,66	C23
Compactadora	5,34	2,68	0,50	3,5	0,51	1,72	C19
Compresor 2	18,36	15,86	0,86	19,82	0,51	10,17	C20
Bombas de tanque principal	4,35	2,41	0,55	3,01	0,51	1,55	C18

Tabla 4.02. Datos para el cálculo del factor de simultaneidad.

	Sumatoria de potencias máximas individuales [VA]	Potencia total máxima [11] [VA]	Factor de simultaneidad
Transformador principal	282705,75	145000,00	0,51
Transformador elevador	282301,93	282301,93	1,00

4.2.2.- Demanda de iluminación del área de planta

4.2.2.1.- Diseño del sistema de iluminación

Las indicadas como Tabla 4.03 y Tabla 4.04 se desarrollan para comprobar que efectivamente los valores mínimos y máximos medidos con un luxómetro se asemejan a los valores arrojados por el simulador.

Tabla 4.03. Niveles de iluminancia simulados vs. actuales para el sótano.

Zona	Iluminancia mínima medida	Iluminancia mínima simulada	Iluminancia máxima medida	Iluminancia máxima simulada
Acceso vehicular	3.51	0.04	69.00	65.00
Area de bombas	115.70	66.50	119.10	171.00
Area de circulacion	32.20	37.40	144.20	128.00
Baño Sotano	-	0.00	-	0.23
Deposito	-	0.00	-	0.00
Deposito de tinta	7.75	1.35	245.00	244.00
Ducha	-	0.00	-	0.00
Extrusion	1.35	0.00	33.20	32.90
Extrusion 2	30.60	0.00	174.00	195.00
WC01	-	0.00	-	0.00
WC02	-	0.00	-	0.00
zona inyectoras	33.10	1.19	156.50	179.00
Zona laminadora/impresora	5.20	0.00	165.10	176.00

Tabla 4.04. Niveles de iluminancia simulados vs. actuales para PB.

Zona	Iluminancia mínima medida	Iluminancia mínima simulada	Iluminancia máxima medida	Iluminancia máxima simulada
Comedor	17.49	25.00	676.00	400.00
Baño de caballeros	-	0.00	-	0.00
Baño de damas	-	0.00	-	0.00
Baño de oficinas	-	0.00	-	0.00
Caseta de vigilancia	-	0.00	-	0.00
Control de calidad	12.60	0.39	45.80	49.30
Cuarto eléctrico	6.53	46.40	228.00	289.00
Cuarto lavamopas	-	0.00	-	0.00
Ducha baño de caballeros	-	0.00	-	0.00
Ducha baño de damas	-	0.00	-	0.00
Taller de mantenimiento	6.26	6.86	110.90	123.00
WC01	-	0.00	-	0.00
WC02	-	0.00	-	0.00
WC03	-	0.00	-	0.00
WC04	-	0.00	-	0.00
WC05	-	0.00	-	0.00
WC06	-	0.00	-	0.00
Zona de tránsito	13.71	0.40	565.90	902.00
Zona maquinarias	27.40	0.45	278.00	304.00

En las indicadas como Tabla 4.05 y Tabla 4.06 se comparan el valor medio de la distribución actual de luminarias en cada zona, el valor medio de la distribución propuesta en cada zona y el rango requerido por la normativa vigente para cada tipo de zona.

La iluminación del área de plantas y oficinas se desarrolla utilizando el software DialuxEVO, a través de este software se escoge el tipo de luminaria adecuado para cumplir con los requerimientos de iluminación dependiendo del tipo de área.

Tabla 4.05. Iluminancia de la situación original y la propuesta en el sótano.

Zona	Estudio de Isolíneas	Rango de iluminancia requerido	Iluminancia media original	Iluminancia media propuesta	Norma consultada	Referencia
Acceso vehicular	Anexo D1	150	0.15	214.00	EN 12464-1	1.1 Zonas de tráfico, 1.1.3.
Zona 1	Anexo D2	200	-	224.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Petróleo química y petroquímica.
Baño Sotano	Anexo D3	100 - 200	0.04	134.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Área de
Deposito de tinta	Anexo D4	100 - 200	68.30	119.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Depositos
Ducha	-	100 - 200	0.00	149.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Área de
Extrusion	Anexo D1	200	3.20	224.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Petróleo química y petroquímica.
WC01	Anexo D5	100 - 200	0.00	173.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Área de
WC02	Anexo D5	100 - 200	0.00	174.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Área de
Zona laminadora/ impresora	Anexo D6	150	112.00	157.00	EN 12464-1	1.1 Zonas de tráfico 1.1.1 (3)

Tabla 4.06. Iluminancia de la situación original y la propuesta en PB.

Zona	Estudio de Isolíneas	Rango de iluminancia requerido	Iluminancia media original	Iluminancia media propuesta	Norma consultada	Referencia
Comedor	Anexo D7	300	190.00	432.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Edificaciones
Baño de caballeros	Anexo D8	100 - 200	0.00	186.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Baño de damas	Anexo D9	100 - 200	0.00	205.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Baño de oficinas	Anexo D10	100 - 200	0.00	133.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Caseta de vigilancia	Anexo D11	100	0.00	135.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Edificaciones
Control de calidad	Anexo D12	500	37.80	576.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Edificaciones
Cuarto electrico	Anexo D13	300	162.00	320.00	COVENIN 2249	Tabla 1B Anexo pag 38
Cuarto lavamopas	Anexo D14	100 - 200	0.00	180.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Ducha baño de caballeros	Anexo D15	100 - 200	0.00	139.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Ducha baño de damas	Anexo D16	100 - 200	0.00	152.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Taller de mantenimiento	Anexo D13	200	36.00	411.00	COVENIN 2249	Tabla 1E Edificaciones
WC01	Anexo D17	100 - 200	0.00	171.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
WC02	Anexo D17	100 - 200	0.00	171.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
WC03	Anexo D17	100 - 200	0.00	172.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
WC04	Anexo D17	100 - 200	0.00	171.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
WC05	Anexo D17	100 - 200	0.00	171.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
WC06	Anexo D17	100 - 200	0.00	172.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Servicios Area de
Zona de transito	Anexo D18	150	199.00	189.00	EN 12464-1	1.1 Zonas de trafico 1.1.1 (3)
Zona maquinarias	Anexo D19	500 - 1000	176.00	508.00	COVENIN 2249	Tabla 1C Papel Fabricacion de

4.2.2.2.- Demanda del sistema de iluminación

En las indicadas como Tabla 4.07 y Tabla 4.08 se muestran las cantidades de luminarias totales por cada planta, junto con la potencia que consumen, para realizar la estimación de la demanda por iluminación según lo especificado el apartado 3.2.3.

Tabla 4.07. Resumen de luminarias instaladas en el área de sótano

Zona	Tipo de luminaria	Cantidad	Referencia (Isolineas)	Potencia de cada luminaria [VA]	Factor de demanda	Demanda Total [kVA]
Laminacion e Impresión	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	15,00	A001	142,90	1,00	2,14
Zona 1	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	20,00	A002	142,90	1,00	2,86
Extrusion	Taurus Metal Halide c/ Reflector	7,00	A003	432,30	1,00	3,03
Acceso vehicular	Taurus Metal Halide c/ Reflector	2,00	A004	432,30	1,00	0,87
Zona de tintas	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	4,00	A001	142,90	1,00	0,57
Baños	Nardeen Lighting Co. 1xT9 32W/840 LC	7,00	A001	32,30	1,00	0,23
Total					1.00	9.70

Tabla 4.08. Resumen de luminarias instaladas en el área de planta baja.

Zona	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia de cada luminaria [VA]	Factor de demanda	Demanda Total [kVA]
Máquinas 1	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	13,00	142,90	1,00	1,86
Máquinas 2	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	13,00	142,90	1,00	1,86
Máquinas 3	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	17,00	142,90	1,00	2,43
Máquinas 4	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	19,00	142,90	1,00	2,71
Tránsito PB	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	11,00	142,90	1,00	1,57
Comedor	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	7,00	142,90	1,00	1,00
Transito	Felio Sylvania HSI-HX 250W c/ reflector	5,00	280,60	1,00	1,40
Baño de caballeros	Nardeen Lighting Co. 1xT9 32W/840 LC	6,00	78,80	1,00	0,47
Baño de damas	Nardeen Lighting Co. 1xT9 32W/840 LC	6,00	78,80	1,00	0,47
Baño oficina	Nardeen Lighting Co. 1xT9 32W/840 LC	3,00	78,80	1,00	0,24
Control de calidad	Philips Lighting 2xTL-D58W/827	4,00	112,20	1,00	0,45
Taller	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	3,00	142,90	1,00	0,43
Cuarto electrico	General Electric Starcoaf ECO 4xT8 23W	2,00	142,90	1,00	0,29
Total				1.00	15.18

4.2.3.- Tomacorrientes de uso general del área de planta

En las indicadas como Tabla 4.09 y Tabla 4.10 se presenta la carga individual de cada tomacorriente, dependiendo de su nivel de tensión y se realiza la sumatoria de todas las tomas, resultando la carga total en este rubro.

Tabla 4.09. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de sótano.

Zona	Alimentación	Cantidad	Potencia de cada luminaria [VA]	Carga Total [kVA]
Laminacion /impresión	Monofásico 120 V	9,00	180,00	1,62
Laminacion /impresión	Monofásico 208 V	3,00	800,00	2,40
Zona 1	Monofásico 120 V	5,00	180,00	0,90
Deposito Zona 1	Monofásico 120 V	4,00	180,00	0,72
Zona 1 Arriba	Monofásico 208 V	3,00	800,00	2,40
Zona 1 Abajo	Monofásico 208 V	2,00	800,00	1,60
Extrusion /deposito de tintas	Monofásico 120 V	5,00	180,00	0,90
Extrusion /deposito de tintas	Monofásico 208 V	1,00	800,00	0,80

Tabla 4.10. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de planta baja.

Zona	Alimentación	Cantidad	Potencia de cada luminaria [VA]	Carga Total [kVA]
Maquinas 1	Monofásico 120 V	4,00	180,00	0,72
Maquinas 2	Monofásico 120 V	4,00	180,00	0,72
Maquinas 3	Monofásico 120 V	3,00	180,00	0,54
Maquinas	Monofásico 208 V	1,00	800,00	0,80
Control de calidad	Monofásico 120 V	5,00	180,00	0,90
Taller	Monofásico 120 V	5,00	180,00	0,90
Taller	Monofásico 208 V	3,00	800,00	2,40

4.2.4.- Demanda de iluminación en el área de oficina

En la Tabla 4.11 se muestran la cantidad de luminarias total en el área de oficinas, junto con la potencia que consumen, para realizar la estimación de la demanda por iluminación según lo especificado el apartado 3.2.3.

Tabla 4.11. Resumen de luminarias instaladas en el área de oficinas.

Zona	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia de cada luminaria [VA]	Factor de demanda	Demanda Total [kVA]
Iluminación Oficinas	Felio Sylvania HSI-HX 250W c/ reflector	4	275	1	1,1
Iluminación deposito	Felio Sylvania HSI-HX 250W c/ reflector	3	275	1	0,83
Iluminación de emergencia	Iluminación de emergencia autonoma	2	20	1	0,04

4.2.5.- Demanda de tomacorrientes en el área de oficina

En la Tabla 4.12 se presenta la carga individual de cada tomacorriente, dependiendo de su nivel de tensión y se realiza la sumatoria de todas las tomas, resultando la carga total en este rubro.

Tabla 4.12. Resumen de tomacorrientes instalados en el área de oficinas.

Zona	Alimentación	Cantidad	Potencia de cada toma [VA]	Demanda Total [kVA]
Tomas Circuito 1 (Café break)	Monofásico 120 V	2,00	1200,00	2,40
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	Monofásico 120 V	4,00	600,00	2,40
Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)	Monofásico 120 V	3,00	600,00	1,80
Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)	Monofásico 120 V	3,00	600,00	1,80
Tomas Circuito 5 (Deposito)	Monofásico 120 V	2,00	600,00	1,20

4.2.6.- Demanda de cargas especiales en el área de oficina

En la Tabla 4.13 se presentarán las cargas especiales, dependiendo de su nivel de tensión y se realiza la sumatoria de todas las cargas, resultando la demanda total.

Tabla 4.13. Resumen de las cargas especiales en el área de oficina

Zona	Alimentación	Cantidad	Potencia de cada toma [VA]	Demanda Total [kVA]
Cargas A/C ofc	Monofásico 208 V	1,00	2305,26	2,19
Cargas A/C ofc2	Monofásico 208 V	1,00	2305,26	2,19
Cargas A/C deposito	Monofásico 208 V	1,00	2305,26	2,19

4.2.7.- Comparación carga conectada versus demanda

En este apartado se muestran 6 tablas que corresponden a la comparación de la carga conectada individual de cada equipo, maquinaria, conjunto de cargas, tableros y centros de distribución de potencia con su respectiva demanda, con el fin de presentar resumidamente datos relevantes a lo mencionado. La Tabla 4.14 corresponde a los centros de distribución de potencia, la Tabla 4.15 corresponde a las cargas de cada tablero, la Tabla 4.16 corresponde a las cargas auxiliares ubicadas en sotano, la Tabla 4.17 corresponde a las cargas del área de oficinas, la Tabla 4.18 corresponde a las cargas auxiliares ubicadas en planta baja y la Tabla 4.19 corresponde a las cargas de fuerza.

Tabla 4.14. Comparación carga conectada vs. demanda de cada CDP

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
CDP01	1114,80	349,29	1168,24	222,61	0,19
CDP02	69,21	11,84	70,22	64,16	0,91
TOTAL	1184,01	361,13	1237,86	286,77	0,23

Tabla 4.15.Comparación carga conectada vs. demanda de cada tablero

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
TA-PB-01	138,95	47,09	146,71	27,48	0,19
TA-PB-02	89,20	37,91	96,92	20,02	0,21
TA-ST-01	479,88	130,63	497,34	94,56	0,19
TA-ST-02	362,14	96,87	374,87	49,06	0,13
TA-ST-03	44,63	36,79	57,84	31,49	0,54
TA-A-ST	6,12	0,43	6,14	6,13	1,00
TA-B-ST	3,52	0,57	3,57	3,57	1,00
TA-C-ST	13,74	3,79	14,25	10,87	0,76
TA-D-ST	5,74	1,93	6,06	3,24	0,53
TA-A-PB	6,72	0,52	6,74	6,73	1,00
TA-B-PB	13,00	2,07	13,16	13,14	1,00
TA-C-PB	1,25	0,17	1,26	1,26	1,00
TA-D-PB	0,98	0,20	1,00	1,00	1,00
TA-E-PB	18,14	2,16	18,27	18,22	1,00
Total	1184,01	361,13	1237,86	286,77	0,23

Tabla 4.16.Comparación carga conectada vs. demanda de cargas auxiliares del área de sótano

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
Iluminación Zona laminación/impresión	2,10	0,43	2,14	2,14	1,00
Iluminación Zona 1	2,80	0,57	2,86	2,86	1,00
Iluminación Extrusión	3,00	0,43	3,03	3,03	1,00
Iluminación Accesos vehicular	0,86	0,12	0,86	0,86	1,00
Iluminación Zona de tintas	0,56	0,11	0,57	0,57	1,00
Iluminación baños	0,22	0,03	0,23	0,23	1,00
Tomas de usos generales 120V Laminación/impresión	1,62	0,00	1,62	1,62	1,00
Tomas Monofásicas 208V Laminación/impresión	2,40	0,00	2,40	2,4	1,00
Tomas de usos generales 120V Zona 1	0,90	0,00	0,90	0,9	1,00
Tomas de usos generales 120V deposito Zona 1	0,72	0,00	0,72	0,72	1,00
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 arriba	2,40	0,00	2,40	2,4	1,00
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 abajo	1,60	0,00	1,60	1,6	1,00
Tomas de usos generales 120V Extrusión/deposito de tintas	0,90	0,00	0,90	0,9	1,00
Tomas Monofásicas 208V Extrusión/deposito de tintas	0,80	0,00	0,80	0,8	1,00
Total	20,88	1,69	20,95	20,95	1,00

Tabla 4.17.Comparación carga conectada vs. demanda de cargas de oficina

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
Tomas Circuito 1 (Café break)	2,40	0,00	2,40	2,4	1,00
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	2,40	0,00	2,40	2,4	1,00
Tomas Circuito 3 (Oficinas mant. y otras)	1,80	0,00	1,80	1,8	1,00
Tomas Circuito 4 (Oficinas de prod. y Mant.)	1,80	0,00	1,80	1,8	1,00
Tomas Circuito 5 (Deposito)	1,20	0,00	1,20	1,2	1,00
Iluminación Oficinas	1,10	0,00	1,10	1,1	1,00
Iluminación deposito	0,83	0,00	0,83	0,83	1,00
Cargas A/C ofc	2,19	0,72	2,31	2,31	1,00
Cargas A/C ofc2	2,19	0,72	2,31	2,31	1,00
Cargas A/C deposito	2,19	0,72	2,31	2,31	1,00
Iluminación de emergencia	0,04	0,00	0,04	0,04	1,00
Total	18,14	2,16	18,27	18,27	1,00

Tabla 4.18.Comparación carga conectada vs. demanda de cargas auxiliares del área de planta baja

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
Iluminación Zona máquinas. 1 (La mas lejana)	1,82	0,37	1,86	1,86	1,00
Iluminación Zona máquinas. 2	1,82	0,37	1,86	1,86	1,00
Iluminación Zona máquinas. 3	2,38	0,48	2,43	2,43	1,00
Iluminación Zona máquinas. 4 (mas cercana)	2,66	0,54	2,71	2,71	1,00
Iluminación Zona de transito PB	1,54	0,31	1,57	1,57	1,00
Iluminación Comedor	0,98	0,20	1,00	1	1,00
Iluminación Zona de transito	1,38	0,28	1,40	1,4	1,00
Iluminación Baño caballeros	0,47	0,07	0,47	0,47	1,00
Iluminación baño de damas	0,47	0,07	0,47	0,47	1,00
Iluminación baño oficina	0,23	0,03	0,24	0,24	1,00
Iluminación control de calidad	0,44	0,09	0,45	0,45	1,00
Iluminación taller	0,42	0,09	0,43	0,43	1,00
Iluminación cuarto eléctrico	0,28	0,06	0,29	0,29	1,00
Tomas de usos generales zona de maquinas 1	0,72	0,00	0,72	0,72	1,00
Tomas de usos generales zona de maquinas 2	0,72	0,00	0,72	0,72	1,00
Tomas de usos generales zona de maquinas 3	0,54	0,00	0,54	0,54	1,00
Tomas monofásicas 208V zona de maquinas	0,80	0,00	0,80	0,8	1,00
Tomas de usos generales control de calidad	0,90	0,00	0,90	0,9	1,00
Tomas de usos generales taller	0,90	0,00	0,90	0,9	1,00
Tomas monofásicas 208V taller	2,40	0,00	2,40	2,4	1,00
Iluminación cuarto de limpieza	0,08	0,00	0,08	0,08	1,00
Total	13,27	1,20	13,32	13,32	1,00

Tabla 4.19.Comparación carga conectada vs. demanda de cargas de fuerza

Carga	Activa [kW]	Reactiva [kVAR]	Aparente [kVA]	Demanda [kVA]	Factor de demanda
Selladora 1	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 2	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 3	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 4	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 5	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 6	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 7	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 8	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora 9	8,13	3,23	8,74	1,18	0,14
Selladora ancha 10	12,04	3,80	12,62	3,38	0,27
Selladora 11	30,35	8,71	31,58	3,47	0,11
Selladora ancha 12	8,09	2,37	8,43	2,65	0,31
Selladora ancha 13	8,09	2,37	8,43	2,65	0,31
Selladora Zipper 1	16,65	4,60	17,28	1,96	0,11
Selladora de conos	10,41	3,62	11,02	3,17	0,29
Selladora de mordaza 1	9,39	2,37	9,68	2,06	0,21
Selladora de mordaza 2	9,39	2,37	9,68	2,06	0,21
Selladora de mordaza 3	9,39	2,37	9,68	2,06	0,21
Selladora de mordaza 4	9,39	2,37	9,68	2,06	0,21
Dobladora 1	1,35	0,65	1,50	0,28	0,19
Dobladora 2	1,35	0,65	1,50	0,28	0,19
Cortadora 1	7,40	3,81	8,32	2,18	0,26
Cortadora 2	27,14	3,98	27,43	9,27	0,34
Extrusora Zipper 1	64,36	15,49	66,20	11,63	0,18
Extrusora Zipper 2	54,19	14,25	56,03	11,63	0,21
Coextrusora 1	114,64	25,19	117,37	35,32	0,30
Coextrusora 2	107,13	25,58	110,14	31,81	0,29
Chiller 1	18,89	14,17	23,61	8,39	0,36
Chiller 2	6,13	4,60	7,66	3,27	0,43
Chiller 3	21,82	16,36	27,27	8,39	0,31
Bombas	2,80	1,70	3,28	0,56	0,17
Compresor 1	23,24	20,67	31,10	18,12	0,58
Cortacore 1	0,57	0,50	0,76	0,33	0,43
Laminadora	315,93	102,82	332,24	147,23	0,44
Impresora	136,81	23,83	138,87	127,66	0,92
Compactadora	4,32	3,13	5,34	1,65	0,31
Compresor 2	14,69	11,02	18,36	9,8	0,53
Bombas de tanque principal	3,92	1,90	4,35	1,49	0,34
Total	1123,04	354,32	1177,61	465,43	0,40

4.3.- Selección del transformadores

La selección de los transformadores se realiza como se indica en el apartado 3.3 del capítulo anterior y se obtienen los resultados mostrados en las indicadas como Tabla 4.20, Tabla 4.21 y Tabla 4.22.

Tabla 4.20. Características del transformador principal

Tensión Primario [V]	Tensión Secundario [V]	Potencia Nominal [kVA]	Potencia Conectada [kVA]	Impedancia %	Reserva %
12470	208	750	486,15	4,00	20,00

Tabla 4.21. Características del transformador actual

Tensión Primario [V]	Tensión Secundario [V]	Potencia Nominal [kVA]	Potencia Conectada [kVA]	Impedancia %	Reserva %
12470	208	150	64,15	1,90	-

Tabla 4.22. Características del transformador elevador

Tensión Primario [V]	Tensión Secundario [V]	Potencia Nominal [kVA]	Potencia Conectada [kVA]	Impedancia %	Reserva %
208,00	380	500	283,67	5,00	10,00

4.4.- Selección de cableado y tableros

4.4.1.- Ubicación de los tableros eléctricos del sistema

Se consideran las indicaciones el apartado 3.5. Se presenta un ejemplo en la Figura 4.01 en conjunto con la Tabla 4.23, los resultados de la ubicación de los tableros se presentan en el Anexo E1.

Tabla 4.23. Radios mínimos y máximos de las cargas asociadas a TA-PB-01

Maquinaria	Identificación	Alimentación	Potencia Demandada [VA]	Factor de Potencia	$h_{\text{álim}}$ [m]	Calibre [kcmil]	Impedancia del cable [Ω/km]	Impedancia aguas arriba [$\text{m}\Omega$]	Radio Mínimo	Radio Máximo
Selladora 1	L1	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	10,38	3,91	19,91	0,59	45,08
Selladora 2	L2	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	10,38	3,91	19,91	0,59	45,08
Selladora 3	L3	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	10,38	3,91	19,91	0,59	45,08
Selladora 4	L4	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora 5	L5	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora 6	L6	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora 7	L7	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora 8	L8	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora 9	L9	1 PH (208)	2,38	0,93	0,50	6,53	6,60	19,91	2,10	25,22
Selladora ancha 10	LA10	3 PH (208)	6,83	0,95	0,15	10,38	3,91	19,91	0,24	29,16
Selladora ancha 12	LA12	1 PH (208)	5,35	0,96	0,10	10,38	3,91	19,91	0,19	16,86
Selladora ancha 13	LA13	1 PH (208)	5,35	0,96	0,10	10,38	3,91	19,91	0,19	16,86
Selladora de mordaza 1	M1	3 PH (208)	4,18	0,97	0,30	6,53	6,60	19,91	1,90	27,91
Selladora de mordaza 2	M2	3 PH (208)	4,18	0,97	0,30	6,53	6,60	19,91	1,90	27,91
Selladora de mordaza 3	M3	3 PH (208)	4,18	0,97	0,30	6,53	6,60	19,91	1,90	27,91
Selladora de mordaza 4	M4	3 PH (208)	4,18	0,97	0,30	6,53	6,60	19,91	1,90	27,91

4.4.2.- Selección de cableado para las acometidas

Aplicando la metodología descrita en el apartado 3.4.1.1, se presenta en la Tabla 4.24 la impedancia de cada transformador de distribución. La Tabla 4.25 la impedancia equivalente de Thevenin vista desde cada uno de los CDP.

Tabla 4.24. Impedancia de los transformadores de distribución

Transformador	Reactancia interna del Transformador [mΩ]	Resistencia del cable [mΩ]	Reactancia del cable [mΩ]	Resistencia equivalente [mΩ]	Reactancia equivalente [mΩ]	Impedancia Total [mΩ]
TX01	2,31	-	-	0	2,31	0 + J2,31
TX03	5,48	-	-	0	5,48	0 + J5,48

Tabla 4.25. Impedancia equivalente de Thevenin vista desde los CDP

Tablero	Resistencia del cable [mΩ]	Reactancia del cable [mΩ]	Resistencia equivalente [mΩ]	Reactancia equivalente [mΩ]	Impedancia Total [mΩ]
CDP01	0,26	0,4	0,26	2,71	0,26 + J2,71
CDP02	4,75	3,36	4,75	5,88	4,75 + J5,88

La Tabla 4.26 muestra los resultados de los cálculos realizados para cada uno de los conductores de acometidas y la Tabla 4.27 muestra los resultados finales de los conductores de acometida seleccionados.

Tabla 4.26. Resultados de los cálculos para selección de conductor de acometidas.

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Factor de corrección de 4 o más conductores	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Porcentaje máximo de caída de tensión %	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
CDP01	1686,77	465,00	1,00	1953,00	1,00	0,41	2,72	44,12	3000,00	127,34
CDP02	222,58	227,50	1,00	238,88	1,00	0,76	10,04	11,96	300,00	34,51

Tabla 4.27. Calibres de conductores seleccionados para las acometidas

Identificación	Tensión Nominal [V]	Ternas	Demanda [kVA]	Distancia Acometida [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
CDP01	208,00	4,00	486,15	10,19	750	Aluminio
CDP02	208,00	1,00	64,15	20,12	300	Aluminio

4.4.3.- Selección de cableado para circuitos alimentadores

La Tabla 4.28 muestra los resultados del cálculo de cada una de las impedancias aguas arriba equivalentes de Thevenin que posee cada tablero que serán utilizados en posteriormente.

Tabla 4.28. Impedancia equivalente de Thevenin vista desde cada tablero

Tablero	Resistencia del cable [mΩ]	Reactancia del cable [mΩ]	Resistencia equivalente [mΩ]	Reactancia equivalente [mΩ]	Impedancia Total [mΩ]
TA-PB-01	18,05	5,11	18,31	7,82	18,31 + J7,82
TA-PB-02	34,10	9,66	34,36	12,37	34,36 + J12,37
TA-ST-01	3,29	2,32	4,48	26,31	4,48 + J26,31
TA-ST-02	5,76	6,11	6,02	8,82	6,02 + J8,82
TA-ST-03	17,47	13,84	17,73	16,55	17,73 + J16,55
TA-A-ST	57,06	7,44	61,81	16,28	61,81 + J16,28
TA-B-ST	73,78	9,62	78,53	18,46	78,53 + J18,46
TA-C-ST	42,89	12,15	47,64	20,99	47,64 + J20,99
TA-D-ST	75,95	14,67	80,70	23,51	80,7 + J23,51
TA-A-PB	27,09	3,53	31,84	12,37	31,84 + J12,37
TA-B-PB	39,04	5,09	43,78	13,93	43,78 + J13,93
TA-C-PB	118,46	15,45	123,21	24,29	123,21 + J24,29
TA-D-PB	167,47	21,84	172,22	30,68	172,22 + J30,68
TA-E-PB	17,13	7,91	21,88	16,75	21,88 + J16,75

Tabla 4.29. Impedancia del transformador referido al secundario

Tablero	Reactancia interna del Transf. [mΩ]	Resistencia del cable [mΩ]	Reactancia del cable [mΩ]	Resistencia equivalente [mΩ]	Reactancia equivalente [mΩ]	Impedancia Total [mΩ]	Resistencia equivalente del lado secundario [mΩ]	Reactancia equivalente del lado secundario [mΩ]
TX02	14,44	0,10	0,15	0,36	2,86	0,36 + j2,86	1,20	j 23,95

La Tabla 4.30 muestra los resultados de los cálculos realizados para cada uno de los conductores de alimentadores y la Tabla 4.31 muestra los resultados finales de los conductores de alimentadores seleccionados.

Tabla 4.30. Resultados de los cálculos para selección de conductor de alimentadores.

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Factor de corrección de 4 o más conductores	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Porcentaje máximo de caída de tensión %	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
TA-PB-01	114,43	170,00	1,00	178,50	2,00	1,43	19,91	10,45	66,36	31,97
TA-PB-02	83,37	170,00	1,00	178,50	2,00	1,93	36,51	5,70	66,36	17,43
TA-ST-01	646,48	227,50	0,92	661,50	2,00	0,89	26,69	14,24	900,00	66,52
TA-ST-02	408,53	315,25	0,92	611,10	2,00	1,95	10,68	19,47	1000,00	90,97
TA-ST-03	131,13	256,75	0,92	248,85	2,00	1,95	24,26	8,58	350,00	40,06
TA-A-ST	25,54	95,00	1,00	99,75	2,00	1,95	63,92	3,25	26,24	9,96
TA-B-ST	14,85	95,00	1,00	99,75	2,00	1,47	80,67	2,58	26,24	7,89
TA-C-ST	45,28	170,00	1,00	178,50	2,00	1,33	52,06	4,00	66,36	12,23
TA-D-ST	13,48	125,00	1,00	131,25	2,00	1,39	84,06	2,47	41,74	7,57
TA-A-PB	28,04	95,00	1,00	99,75	2,00	0,51	34,16	6,09	26,24	18,63
TA-B-PB	54,81	95,00	1,00	99,75	2,00	1,44	45,95	4,53	26,24	13,85
TA-C-PB	5,24	95,00	1,00	99,75	2,00	0,83	125,58	1,66	26,24	5,07
TA-D-PB	4,16	95,00	1,00	99,75	2,00	0,93	174,93	1,19	26,24	3,64
TA-E-PB	75,87	149,50	1,00	156,98	2,00	1,81	27,56	7,55	105,60	23,10

Tabla 4.31. Calibres de conductores seleccionados para los alimentadores

Identificación	Tensión Nominal [V]	TERNAS	Demanda [kVA]	Distancia Acometida [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
TA-PB-01	208,00	1,00	32,98	27,34	24	Cobre
TA-PB-02	208,00	1,00	24,03	51,66	2	Cobre
TA-ST-01	380,00	2,00	340,40	41,76	300	Aluminio
TA-ST-02	208,00	2,00	117,74	77,88	500	Aluminio
TA-ST-03	208,00	1,00	37,79	84,41	350	Aluminio
TA-A-ST	208,00	1,00	7,36	35,44	6	Cobre
TA-B-ST	208,00	1,00	4,28	45,83	6	Cobre
TA-C-ST	208,00	1,00	13,05	64,98	2	Cobre
TA-D-ST	208,00	1,00	3,89	74,46	4	Cobre
TA-A-PB	208,00	1,00	8,08	16,83	6	Cobre
TA-B-PB	208,00	1,00	15,80	24,25	6	Cobre
TA-C-PB	208,00	1,00	1,51	73,58	6	Cobre
TA-D-PB	208,00	1,00	1,20	104,02	6	Cobre
TA-E-PB	208,00	1,00	21,87	43,93	1/0	Cobre

En el Anexo M se muestran los calibres de neutro seleccionados para cada alimentador de tablero.

4.4.4.- Selección de cableado para circuitos ramales

Se realiza como se indica en el apartado 3.4.1.3. En el Anexo J se muestran los resultados de los cálculos para la selección del calibre de los circuitos ramales y los calibres finales para cada ramal.

4.4.5.- Selección de cableado de puesta a tierra

Se realiza como se indica en el apartado 3.7.1. En el Anexo N se muestran los resultados de los cálculos.

4.5.- Canalizaciones eléctricas

4.5.1.- Selección de tuberías y cajas de paso

La selección de tuberías y cajas de paso se realiza siguiendo los lineamientos del apartado 3.6. En los indicados como Anexo F1 y Anexo F2 se encuentran los planos CE-01 y CE-02, que corresponden a la distribución de las tuberías y cajas de paso seleccionadas para el área de PB y Sótano respectivamente.

4.5.2.- Selección de bandejas

La selección de bandejas portacables se realiza siguiendo los lineamientos del apartado 3.6. En Anexo F3 y Anexo F4 se encuentran los planos IE-03 y IE-04, que corresponden a la distribución de las bandejas portacables seleccionadas para el área de PB y Sótano respectivamente.

4.6.- Protecciones eléctricas

4.6.1.- Selección de protecciones de los transformadores

De acuerdo a lo requerido en la sección 450 del CEN, establece un factor de ajuste para la protección de sobrecorriente de los transformadores mayores de 600V y de 600V o menores en las tablas 450.3 (A) y 450.3 (B) respectivamente. Este ajuste se aprecia en la Tabla 4.32.

Tabla 4.32. Características de las protecciones de los transformadores eléctricos.

Transformador	Potencia Nominal [kVA]	Tensión nominal [V]	Corriente del primario [A]	Ajuste de la protección %	fusible [A]
Transformador Principal (TX01)	750	12470	34,72	300	110
Transformador Elevador (TX02)	500	208	1387,86	125	2000
Transformador Original (TX03)	150	12470	6,94	300	25

4.6.2.- Selección de protecciones del cableado

La selección de protecciones para el cableado se realiza tomando en cuenta lo descrito en el apartado 3.7. En el Anexo G1 se presentan las tablas donde se muestra la verificación de la coordinación de protecciones para ciertos circuitos del sistema. En el Anexo K se muestran las protecciones seleccionadas para cada circuito.

4.7.- Tableros eléctricos

El diseño y dimensionamiento de todos los tableros eléctricos se realizó tomando en cuenta lo indicado en el apartado 3.8.

4.7.1.- Centros de distribución de potencia

El diseño de los CDP se presenta en el Anexo H1.

4.7.2.- Tableros de distribución de fuerza

El diseño de los tableros de distribución de fuerza se presenta en el Anexo H3 y Anexo H5.

4.7.3.- Tableros de uso general

El diseño de los tableros de uso general se presenta en el Anexo H2, Anexo H4 y Anexo H5.

4.8.- Planos eléctricos

Entre los planos que se presentan se tiene el diagrama unifilar del sistema eléctrico de la planta en el Anexo F7, la distribución de las cargas de fuerza en el Anexo F3 y Anexo F4, y la distribución del sistema de iluminación y tomacorrientes en el Anexo F5 e Anexo F6. Todos realizados bajo los lineamientos que se exponen en el apartado 3.9.

4.9.- Partidas y cálculos métricos

En el Anexo L se muestran las partidas y cálculos métricos orientados a las indicaciones del apartado 3.10.

CONCLUSIONES

- Gracias a la realización del estudio de las maquinas se pudo conocer los requerimientos necesarios para la propuesta de la instalación eléctrica en el área de planta.

- Se elaboró un diagnóstico de la instalación eléctrica actual de la nueva sede de Polimallas C.A. donde se obtuvo una carga conectada total de 1237,86 kVA mientras que la demanda del sistema es de 286,77kVA, arrojando un Factor de Demanda de 0,23, información necesaria para la instalación eléctrica del sistema de fuerza y cargas auxiliares.

- Se estimó la carga de los equipos que serán instalados en la nueva sede de Polimallas C.A. en el área de planta, como también los equipos que fueron asignados para el área de oficinas.

- Se calcularon los alimentadores de las cargas, así mismo para los tableros de cargas auxiliares y de fuerza como también los centros de distribución de potencia, sus respectivas protecciones.

- Se determinó la capacidad y el tipo de transformador que alimentara las cargas de fuerza. Las protecciones eléctricas se seleccionaron adecuadamente para cumplir con una coordinación amperimétrica de las mismas.

- Se presentó el diseño de la propuesta de sistema eléctrico, basado en canalizaciones con tuberías y bandejas portacables, de igual forma fueron realizadas las partidas y los cálculos métricos necesarios para la implementación, junto a la memoria descriptiva de cálculo y especificaciones de la canalización.

- El método desarrollado por el autor para determinar la ubicación de los tableros eléctricos resulta eficaz, ya que parte de los criterios de ampacidad del conductor, caída de tensión y capacidad de cortocircuito a la hora de seleccionar adecuadamente los conductores de un sistema eléctrico.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los cables utilizados sean identificados por colores, por fase, neutro el color blanco, y el verde o desnudo para el cable o conductor de tierra. Es también recomendable el uso de ducto barras para los alimentadores de tableros o cargas que demanden corrientes superiores a la ampacidad permitida por el cable 750 circular mil, ya que es una manera eficiente de canalizar los alimentadores en espacios confinados, realización de curvas sucesivas en pocas distancias.

Es recomendable que la instalación será realizada por personal especializado, que garantice la correcta instalación de las tuberías EMT, ya que al no ser enroscadas no garantiza que estén bien alineadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lemozy, N. Transformador, Valores Nominales y Relativos. [PDF en línea]
Disponible en: https://www4.frba.utn.edu.ar/html/Electrica/archivos/maquinas_electricas_1/apuntes/06.pdf
Consulta (11/2016).
- [2] Diferencias entre $\cos\phi$ y Factor de Potencia. [Página web en línea]
Disponible en: <http://quintoarmonico.es/2008/07/17/diferencias-entre-cos%CF%86-y-factor-de-potencia/>
Consulta (11/2016).
- [3] Montenegro, J. El factor de potencia. [PDF en línea]
Disponible en: <http://prof.usb.ve/jmontene/pdf/FactorPotencia.pdf>
Consulta (11/2016).
- [4] Centro de Distribución y Potencia (CDP). [Página web en línea]
Disponible en: <http://www.grupotemi.com/Electromecanica/CDP.htm>
Consulta (11/2016).
- [5] Tableros de distribución eléctrica tipo panel. [PDF en línea]
Disponible en: http://www.schneider-electric.com.mx/documents/soporte/electriqo-magazine/electriqo_vol04_ebook.pdf
Consulta (11/2016).
- [6] Transformadores Eléctricos. [Página web en línea]
Disponible en: <http://www.tecnologia-industrial.es/Transformador.htm>
Consulta (11/2016).
- [7] Factor de Demanda. [Página web en línea]
Disponible en: <http://cursosdeelectricidad.blogspot.com/2008/06/tema-48-factor-de-demanda.html>
Consulta (11/2016).

[8] Instalación Eléctrica. [PDF en línea]

Disponible en: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf

Consulta (11/2016).

[9] Protección de las instalaciones eléctricas. [PDF en línea]

Disponible en: http://www.schneider-electric.com.mx/documents/soporte/electri-qo-magazine/electri-qo_vol02.pdf

Consulta (11/2016).

[10] Hernández, R. Cordinación de Protecciones para un Sistema Eléctrico Industrial.

[PDF en línea]

Disponible en: http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-07-08_10-35-54106472.pdf

Consulta (11/2016).

[11] Dispositivos de protección en los transformadores. [Página web en línea]

Disponible en: <http://seguridadconelectricidad.blogspot.com/2010/04/dispositivos-de-proteccion-en-los.html>

Consulta (11/2016).

[12] Fuentes, G. Fundamentos Protecciones Transformadores. [PDF en línea]

Disponible en: [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/05c1d-59bb4d21a99c1257d0a006acc1c/\\$file/12.+Guillermo+Fuentes.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/05c1d-59bb4d21a99c1257d0a006acc1c/$file/12.+Guillermo+Fuentes.pdf)

Consulta (11/2016).

[13] Carrillo, C. Protecciones Eléctricas. [PDF en línea]

Disponible en: <http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-electrica/protecciones-electricas/material-de-clase-1/libroproteccionesgcc.pdf>

Consulta (11/2016).

[14] Iluminación. [PDF en línea]

Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8558/Capitulo4.pdf>

Consulta (11/2016).

- [15] Iluminación en el puesto de trabajo. [PDF en línea]
Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf>
Consulta (11/2016).
- [16] Lámparas de Halogenuros Metálicos. [PDF en línea]
Disponible en: <http://www.obramat.com.ve/033.pdf>
Consulta (11/2016).
- [17] Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas. Ministerio de Obras Públicas. Editorial Arte. (1968). Caracas
- [18] Tableros eléctricos para alumbrado y artefactos y distribución hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales con interruptores automáticos en caja moldeada. Covenin 542:1999. Fondonorma.
- [19] Curso diseño de instalaciones eléctricas en inmuebles. Cordinación de Extensión, Facultad de Ingeniería UCV. (2017).
- [20] Código Eléctrico Nacional (2009). 8va. Revisión. CODELECTRA.
- [21] Harper, E. Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales. 2da. Edición. Editorial Limusa, 2003.
- [22] Harper, E. Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas. 1ra. Edición. Editorial Limusa, 1993.
- [23] Castilla, N. Criterios de elección de lámparas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia.
- [24] Símbolos gráficos para instalaciones eléctricas en inmuebles. Covenin 398:1984. Fondonorma.
- [25] IEC (60617: 1997). Graphical symbols for diagrams—
Geneva: International Electrotechnical Commission.

- [26] Hart, D. *Electronica de Potencia* (2001). Prentice Hall. Madrid.
- [27] *Iluminancias en tareas y áreas de trabajo*. Covenin 2249-93. Fondonorma.
- [28] *Iluminación de los lugares de trabajo*. UNE EN 12464-1 (2002). Norma Europea
- [29] *Sector construcción. Mediciones y codificaciones de partidas para estudios, proyectos y construcción*. Covenin 2000-2:1999. Fondonorma.
- [30] *Informe técnico del registro de la demanda en las instalaciones de Polimallas, Urb. Potrero Medio Carrizal*.
- [31] IEC (60898-1:2015). *Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations - Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*— Geneva: International Electrotechnical Commission.
- [32] IEEE (Std. 141-1993). *IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants*—USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

BIBLIOGRAFÍA

Código Eléctrico Nacional (2009). 8va. Revisión. CODELECTRA.

Covenin (2811: 1998). Tableros eléctricos de media y baja tensión. Documentación técnica— Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales. CODELECTRA.

Fraile, Jesús. Máquinas Eléctricas. Quinta Edición, Madrid, España: McGraw Hill, 2003.

González, Diego. Nueva norma de tableros de baja tensión IEC 61439. ABB, 2014

IEC (60617: 1997). Graphical symbols for diagrams— Geneva: International Electrotechnical Commission.

Harper, E. Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales. 2da. Edición. Editorial Limusa, 2003.

Harper, E. Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas. 1ra. Edición. Editorial Limusa, 1993.

ANEXOS

ANEXO A. REFERENCIAS DEL CEN Y MOP

ANEXO A1

Tabla 310.16 Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F).

Calibre de los Conductores AWG/ kcmil	Régimen de Temperatura del Conductor [véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre de los Conductores AWG/ kcmil
	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°)	90° C (194°)	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, ML, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, 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 *	20	20	25	....	....	....	....
12 *	25	25	30	20	20	25	12*
10 *	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	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	190	230	255	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	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	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	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

FACTORES DE CORRECCION								
Temp. Ambiente (°C)	Para Temperaturas Ambiente Distintas de 30°C, (86°F): se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguietes:						Temp. Ambiente (°F)	
21 - 25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70-77	
26 - 30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78-86	
31 - 35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87-95	
36 - 40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104	
41 - 45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113	
46 - 50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122	
51 - 55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131	
56 - 60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	132-140
61 - 70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	141-158
71 - 80	....	....	0,41	....	....	0,41	159-176

Nota: * Véase 240.4 (D)

ANEXO A2

Tabla 310.17 Ampacidades Admisibles de los Conductores Sencillos Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios al Aire Libre, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86° F).

Calibre del Conductor AWG / kcmil	Régimen de Temperatura del Conductor [véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre del Conductor AWG / 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			TIPOS			
	TW*, UF*	FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, ML, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TW*, UF*	RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*	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	40	10*
8	60	70	80	45	55	60	8
6	80	95	105	60	75	80	6
4	105	125	140	80	100	110	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	275	3/0
4/0	300	360	405	235	280	315	4/0
250	340	405	455	265	315	355	250
300	375	445	505	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	540	615	600
700	630	755	855	500	595	675	700
750	655	785	885	515	620	700	750
800	680	815	920	535	645	725	800
900	730	870	985	580	700	785	900
1000	780	935	1055	625	750	845	1000
1250	890	1065	1200	710	855	960	1250
1500	980	1175	1325	795	950	1075	1500
1750	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
2000	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000

FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura Ambiente (°C)	Para Temperaturas Ambientales Distintas de 30° C, se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Sigüientes:						Temperatura Ambiente (°F)
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70-77
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78-86
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87-95
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	132-140
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	141-158
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	159-176

ANEXO A3

Tabla 310.15 (B)(2)(a) Factores de Ajuste para Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización o Cable.

Número de Conductores Portadores de Corriente	Porcentaje de los Valores en las Tablas 310.16 a 310.19, Ajustadas para la Temperatura Ambiente, si es Necesario.
4 - 6	80
7 - 9	70
10 - 20	50
21 - 30	45
31 - 40	40
41 y en adelante	35

Tabla 310.15 (B) (2) (c): Ajustes de la Temperatura Ambiente para Tubería Expuesta a la Luz Solar en o Sobre Techos.

Distancia sobre el techo hasta la parte inferior de la tubería	Sumar a la temperatura	
	°C	°F
0 a 13 mm (1/2")	33	60
13 a 90 mm (1/2" a 3 1/2")	22	40
90 a 300 mm (3 1/2 a 12")	17	30
300 a 900 mm (12" a 36")	14	25

Nota a la Tabla 310.15(B)(2)(c): Los valores a sumar indicados en esta tabla están basados en los resultados de promediar las temperaturas ambientales.

ANEXO A4

Tabla 240.92(B) Capacidad de Cortocircuito para los Conductores Derivados

Se considera que los conductores derivados están protegidos contra condiciones de cortocircuito cuando el límite de la temperatura de cortocircuito no se excede. El calentamiento del conductor bajo condiciones de cortocircuito está determinado por (1) ó (2):

(1) Fórmula de Cortocircuito para Conductores de Cobre
$$(I^2/A^2)t = 0.0297 \log_{10} [(T2 + 234)/(T1 + 234)]$$

(2) Fórmula de Cortocircuito para Conductores de Aluminio
$$(I^2/A^2)t = 0.0125 \log_{10} [(T2 + 228)/(T1 + 228)]$$

Donde:

I = Corriente de cortocircuito en amperios

A = Área del conductor en circular mils

t = Tiempo del cortocircuito en segundos (para tiempos menores o iguales a 10 seg.

T1 = Temperatura inicial del conductor en grados Celsius

T2 = Temperatura final del conductor en grados Celsius

Conductor de cobre aislado con papel, goma, tela barnizada, T2 = 200

Conductor de cobre aislado con termoplástico, T2 = 150

Conductor de cobre aislado con polietileno reticulado, T2 = 250

Conductor de cobre aislado con etileno propileno, T2 = 250

Conductor de aluminio aislado con papel, goma, tela barnizada, T2 = 200

Conductor de aluminio aislado con termoplástico, T2 = 150

Conductor de aluminio aislado con polietileno reticulado, T2 = 250

Conductor de aluminio aislado con etileno propileno, T2 = 250

ANEXO A5

Tabla 392.10 (A) Área de Ocupación Máxima Permissible para Cables de un Solo Conductor en Bandejas Portacables Tipo Escalera o Ventiladas para, Cables de 2000 Voltios Nominales o Menos.

Ancho Interior de la Bandeja		Superficie Máxima Admisible de los Cables Unipolares			
		Columna 1 Aplicable solamente a 392.10(A)(2)		Columna 2 ^a Aplicable solamente a 392.10(A)(3)	
mm	pulgadas	mm ²	pulgada ²	mm ²	pulgada ²
150	6	4200	6,5	4200 – (1,1 Sd) ^(b)	6,5 – (1,1 Sd) ^(b)
225	9	6100	9,5	6100 – (1,1 Sd)	9,5 – (1,1 Sd)
300	12	8400	13,0	8400 – (1,1 Sd)	13,0 – (1,1 Sd)
450	18	12600	19,5	12600 – (1,1 Sd)	19,5 – (1,1 Sd)
600	24	16800	26,0	16800 – (1,1 Sd)	26,0 – (1,1 Sd)
750	30	21000	32,5	21000 – (1,1 Sd)	32,5 – (1,1 Sd)
900	36	25200	39,0	25200 – (1,1 Sd)	39,0 – (1,1 Sd)

^a La ocupación máxima de las columnas 2 y 4 será calculada según la fórmula indicada. Por ejemplo, la ocupación máxima en mm² para una bandeja de 150 mm ancho en la columna 2 será: 4195 menos (1,1 multiplicado por Sd) [la ocupación máxima en pulgadas cuadradas para una bandeja de 6" ancho en la columna 2 será: 6,5 menos (1,1 multiplicado por Sd)].

^b El término Sd de la columna 2 es la suma de los diámetros, en mm de todos los cables de 507 mm² (en pulgadas, de todos los calibres de 1000 kcmil) de un solo conductor y mayores, que están en una misma bandeja tipo escalera o de canal ventilada, juntos con cables de calibres menores.

ANEXO A6

Tabla C 1: Número Máximo de Conductores o Cables de Aparatos en Tubería Eléctrica Metálica de Tipo EMT
(Según la Tabla I, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
Letras de Tipo	Calibre del Conductor AWG/kcmil	Dimensiones Métricas en mm y Tamaños Comerciales en Pulgadas									
		16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
		(½)	(¾)	(1)	(1 ¼)	(1 ½)	(2)	(2 ½)	(3)	(3 ½)	(4)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	
1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	
1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	
1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
TW	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW,	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106

Tabla C 1 (Continuación 2) Número Máximo de Conductores o Cables de Aparatos en Tubería Eléctrica Metálica de Tipo EMT (Según la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
Letras de Tipo	Calibre del Conducto AWG/kcmil	Dimensiones Métricas en mm y Tamaños Comerciales en Pulgadas.									
		16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
		(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)	(2½)	(3)	(3½)	(4)
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THHW, THW, THW-2	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	

ANEXO A7

Tabla 314.16 (A) Cajas Metálicas Normalizadas.

Dimensiones de la Caja, Tamaño Comercial o Tipo			Volumen Mínimo		Número Máximo de Conductores* (arreglado por calibre AWG)						
mm	Pulgadas (inch)	Forma	cm ³	pulg ³	18	16	14	12	10	8	6
100 x 32	4 ¼	redonda u octogonal	205	12,5	8	7	6	5	5	4	2
100 x 38	4 x 1 ½		254	15,5	10	8	7	6	6	5	3
100 x 54	4 x 2 ½		353	21,5	14	12	10	9	8	7	4
100 x 32	4 x 1 ¼	cuadrada	395	18,5	12	10	9	8	7	6	3
100 x 38	4 x 1 ½		344	21,0	14	12	10	9	8	7	4
100 x 54	4 x 2		497	30,3	20	17	15	13	12	10	6
120 x 32	4 11/16 x 1 ¼	cuadrada	418	25,5	17	14	12	11	10	8	5
120 x 38	4 11/16 x 1 ½		484	29,5	19	16	14	13	11	9	5
120 x 54	4 11/16 x 2 ½		689	42,0	28	24	21	18	16	14	8
75x50x38	3 x 2 x 1 ½	dispositivo	123	7,5	5	4	3	3	3	2	1
75x50x50	3 x 2 x 2	dispositivo	164	10,0	6	5	5	4	4	3	2
75x50x57	3 x 2 x 2 ¼	dispositivo	172	10,5	7	6	5	4	4	3	2
75x50x65	3 x 2 x 1 ½	dispositivo	205	12,5	8	7	6	5	5	4	2
75x50x70	3 x 2 x 2 ¾	dispositivo	230	14,0	9	8	7	6	5	4	2
75x50x90	3 x 2 x 1 ½	dispositivo	295	18,0	12	10	9	8	7	6	3
100x54x38	4 x 2 ½ x 1 ½	dispositivo	169	10,3	6	5	5	4	4	3	2
100x54x48	4 x 2 ½ x 1 7/8	dispositivo	213	13,0	8	7	6	-5	5	4	2
100x54x54	4 x 2 ½ x 2 ½	dispositivo	238	14,5	9	8	7	6	5	4	2
95x50x 65	3 ¾ x 2 x 2 ½	Cajas de mampostería uso múltiple	230	14,0	9	8	7	6	5	4	2
95x50x90	3 ¾ x 2 x 3 ½		344	21,0	14	12	10	9	8	7	4
ES Profundidad mín.44,5 mm (1¾")		Tapa simple	221	13,5	9	7	6	6	5	4	3
ED Profundidad mín. 60,3 mm (2½")		uso múltiple	295	18,0	12	10	9	8	7	6	3
ES Profundidad mín. 44,5 mm (1¾")		Tapa múltiple	295	18,0	12	10	9	8	7	6	3
ED Profundidad mín. 60,3mm (2½")		Uso múltiple	395	24,0	16	13	12	10	9	8	4

*Cuando no se asignan los volúmenes requeridos en 314.16 (B)(2) al 314.16 (B)(5).

ANEXO A8

T A B L A D - 1 1 a

SEPARACION DE LOS TUBOS

Nota: 1) Distancias tomadas entre ejes.
 2) Las distancias mínimas se anotan con números en cursiva.
 3) Las distancias recomendables se anotan con números en negrita.

Tamaño	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	3	4	5	6
1/2	1 30/32 1 35/32	33 38	38 44	44 51	49 54	55 60	62 67	71 76	79 86	87 95
3/4	1 36/32 1 41/32	41 47	47 54	52 59	57 63	65 70	74 79	82 89	90 98	98 108
1	1 46/32 1 51/32	51 57	57 63	62 68	63 69	70 76	76 82	84 90	92 98	101 108
1 1/4	1 52/32 1 57/32	57 63	63 69	68 74	70 76	76 82	84 90	88 94	92 98	100 108
1 1/2	1 58/32 1 63/32	63 69	69 75	74 80	76 82	82 88	88 94	94 100	98 104	114 124
2	2 64/32 2 69/32	69 75	75 81	80 86	82 88	88 94	94 100	100 106	104 110	117 127
2 1/2	2 70/32 2 75/32	75 81	81 87	86 92	88 94	94 100	100 106	106 112	110 116	120 130
3	2 76/32 2 81/32	81 87	87 93	92 98	94 100	100 106	106 112	112 118	116 122	136 146
3 1/2	2 82/32 2 87/32	87 93	93 99	98 104	100 106	106 112	112 118	118 124	122 128	143 153
4	2 88/32 2 93/32	93 99	99 105	104 110	106 112	112 118	118 124	124 130	128 134	158 168
4 1/2	2 94/32 2 99/32	99 105	105 111	110 116	112 118	118 124	124 130	130 136	134 140	173 183
5	2 100/32 2 105/32	105 111	111 117	116 122	118 124	124 130	130 136	136 142	140 146	188 198
6	2 106/32 2 111/32	111 117	117 123	122 128	124 130	130 136	136 142	142 148	146 152	203 213

Medidas en m.m.

Medidas en pulgadas

T A B L A D - 1 4 b

DIAMETROS EXTERIORES APROXIMADOS

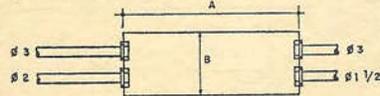
Tuerca	1 1/8	1 3/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6
Boquilla	1	1 1/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6
Tubo	7/8	1 1/16	1 3/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3	3 1/2	4	4 1/2	5
Tuerca	28	35	43	55	62	76	87	106	122	136	162	170	201
Boquilla	25	32	38	47	54	66	81	98	112	127	141	159	187
Tubo	22	27	35	43	54	60	73	89	101	114	127	141	168

Medidas en pulgadas

ANEXO A9

TABLA D-14
Dimensionado de cajas metálicas

① Tramos rectos

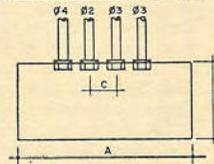
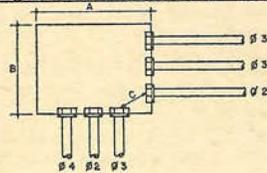


$A \geq 8 \times \phi \text{ max}$	(CEN 370-18a-1)
A = Longitud de la caja.....	
$\phi \text{ max}$ = Diámetro comercial del tubo más gran de que llega o sale de la caja.....	

A = $8 \times \phi 3 = 712 \text{ mm}$.
B = Estará determinada según ④ = 255 mm

② Tramos en ángulo o en forma de U

$L = 6 \times \phi \text{ max} + \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n$	$C = 6 \times \phi \text{ del mayor}$	(CEN 370-18a-2)
L = Distancia entre la entrada de los tubos y la pared opuesta...	$\phi \text{ max}$ = Diámetro comercial del tubo más gran de que entra por una pared.....	
C = Distancia mínima entre la entrada y la salida de tubos que contengan los mismos conductores.	$\phi \text{ del mayor}$ = Diámetro comercial del tubo más gran de de los dos que contengan los mismos conductores.....	



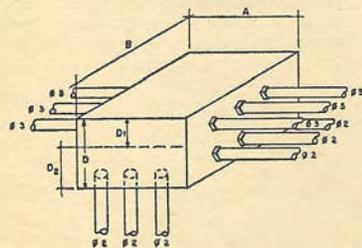
A = $(6 \times \phi 3) + \phi 3 + \phi 2 = 683 \text{ mm}$
B = $(6 \times \phi 4) + \phi 2 + \phi 3 = 833 \text{ mm}$
C = $(6 \times \phi 3) = 534 \text{ mm}$

A = Estará determinada según ④ = 557 mm
B = $(6 \times \phi 4) + \phi 2 + \phi 2 + \phi 3 = 893 \text{ mm}$
C = $(6 \times \phi 3) = 534 \text{ mm}$

De acuerdo con el valor de C deberá comprobarse si los valores de A y B satisfacen los requisitos según ④

③ Caso mixto

Este caso se tratará como si fueran dos cajas independientes, el espacio utilizado en el tramo recto de los tubos $\phi 3$ (Según ①) y el ocupado por la curva de los tubos de $\phi 2$ (Según ②).



Tramo recto: A = $8 \times \phi 3 = 712 \text{ mm}$
B = Determinada según ④ = 430 mm
D₁ = Determinada según ④ = 212 mm

Tramo en ángulo: A = $(6 \times \phi 2) + \phi 2 + \phi 2 = 480 \text{ mm}$
B = Determinada según ④ = 430 mm
D₂ = $(6 \times \phi 2) + \phi 2 + \phi 2 = 480 \text{ mm}$

Solución: A = 712 mm
B = 430 mm
D = D₁ + D₂ = 692 mm que cumple con los requisitos de ④

Nota: Los diámetros comerciales en mm. de los tubos se tomaron de la tabla D-12.

④ En el dimensionado de las paredes de las cajas, en las que entran o salen tubos, deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

a) Separación entre ejes de tubos (e)

La tabla D-14a da para los diferentes diámetros comerciales la separación mínima y recomendable entre ejes de los tubos.....

b) El diámetro exterior de las tuercas (ø e)

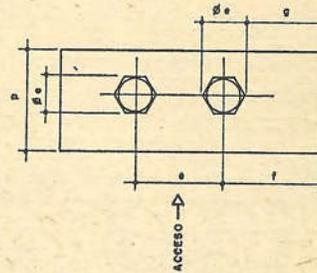
La tabla D-14b da para los diferentes tubos según diámetros comerciales su diámetro exterior, con boquilla y tuerca.....

c) Separación entre tuerca y pared de la caja (g)

Esta separación dependerá de diversos factores (Ver 5.4.3) pero la práctica aconseja que sus valores mínimos sean iguales a la mitad de δe e de la tuerca y no menores a 30 mm.....

d) Las dimensiones de la pared de la caja se obtendrán por la suma de los valores obtenidos de acuerdo a: a) b) y c) para los diferentes elementos del croquis.....

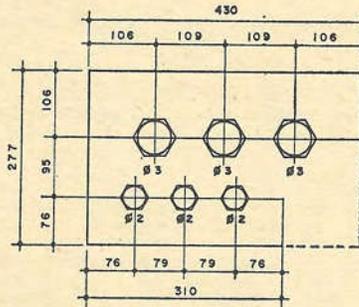
Ejemplo:



Para tubos $\geq \delta 1\ 1/2$ resulta cómodo trabajar con la separación (f) del eje del tubo a la pared de la caja ya que si $f = g + 1/2 \delta e$
 $f = 1/2 \delta e + 1/2 \delta e = \delta e$

e) Profundidad de la caja (p)

La separación mínima entre la tapa de acceso y el fondo de la caja para el caso de una sola capa de tubos podrá ser de 2δ max....



Nota: Las separaciones están dadas en mm.

$\delta 3 \rightarrow \delta e = 106$ mm.
 $\delta 2 \rightarrow \delta e = 76$ mm.

Las dimensiones de la pared de la caja serán 277 x 430 ya que se toman los valores que satisfacen las exigencias mayores.....

ANEXO A10

Tabla 220.42 Factores de Demanda para Cargas de Iluminación

Tipo de Local	Parte de la Carga de Iluminación a la que se Aplica el Factor de Demanda (en VA)	Factor de Demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A partir de 120000	25
Hospitales*	Primeros 50000 ó menos	40
	Resto sobre 50000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen*	Primeros 20000 ó menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Almacenes, (depósitos)	Primeros 12500 ó menos	100
	A partir de 12500	50
Todos los demás	Total VA	100

*Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga de los alimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y moteles donde toda la iluminación pueda ser utilizada al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

ANEXO A11

Tabla 250.66 Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra para Sistemas de Corriente Alterna

Calibre del Mayor Conductor Activo de la Acometida o Área Equivalente de Conductores ^a en Paralelo (AWG/kcmil)		Calibre del Conductor del Electrodo de Tierra (AWG/kcmil)	
Cobre	Aluminio o Aluminio Revestido en Cobre	Cobre	Aluminio o Aluminio Revestido en Cobre
2 ó menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Sobre 3/0 hasta 350	Sobre 250 hasta 500	2	1/0
Sobre 350 hasta 600	Sobre 500 hasta 900	1/0	3/0
Sobre 600 hasta 1100	Sobre 900 hasta 1750	2/0	4/0
Sobre 1100	Sobre 1750	3/0	250

Notas:

1. Cuando se utilicen conjuntos múltiples de conductores de acometida como permitido por 230.40, Excepción No. 2. el calibre equivalente del mayor conductor de la acometida será determinado por la suma mayor de las áreas de los correspondientes conductores de cada conjunto.

2. Cuando no existen conductores de acometida, el calibre del conductor del electrodo de tierra será determinado por el calibre equivalente del conductor de una acometida necesaria para alimentar las cargas servidas.

^a Esta tabla también aplica a los conductores de los sistemas de ca derivados separadamente.

^b Véase restricciones en la instalación en 250.64(A).

ANEXO A12

Tabla 250.122 Calibre Mínimo de los Conductores de Puesta a Tierra de Equipos y Canalizaciones

Régimen o Ajuste máximo de Dispositivos de Sobrecorriente Automáticos Ubicado del Lado de la Alimentación (Amperios)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o Aluminio Recubierto de Cobre
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
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	800
5000	700	1200
6000	800	1200

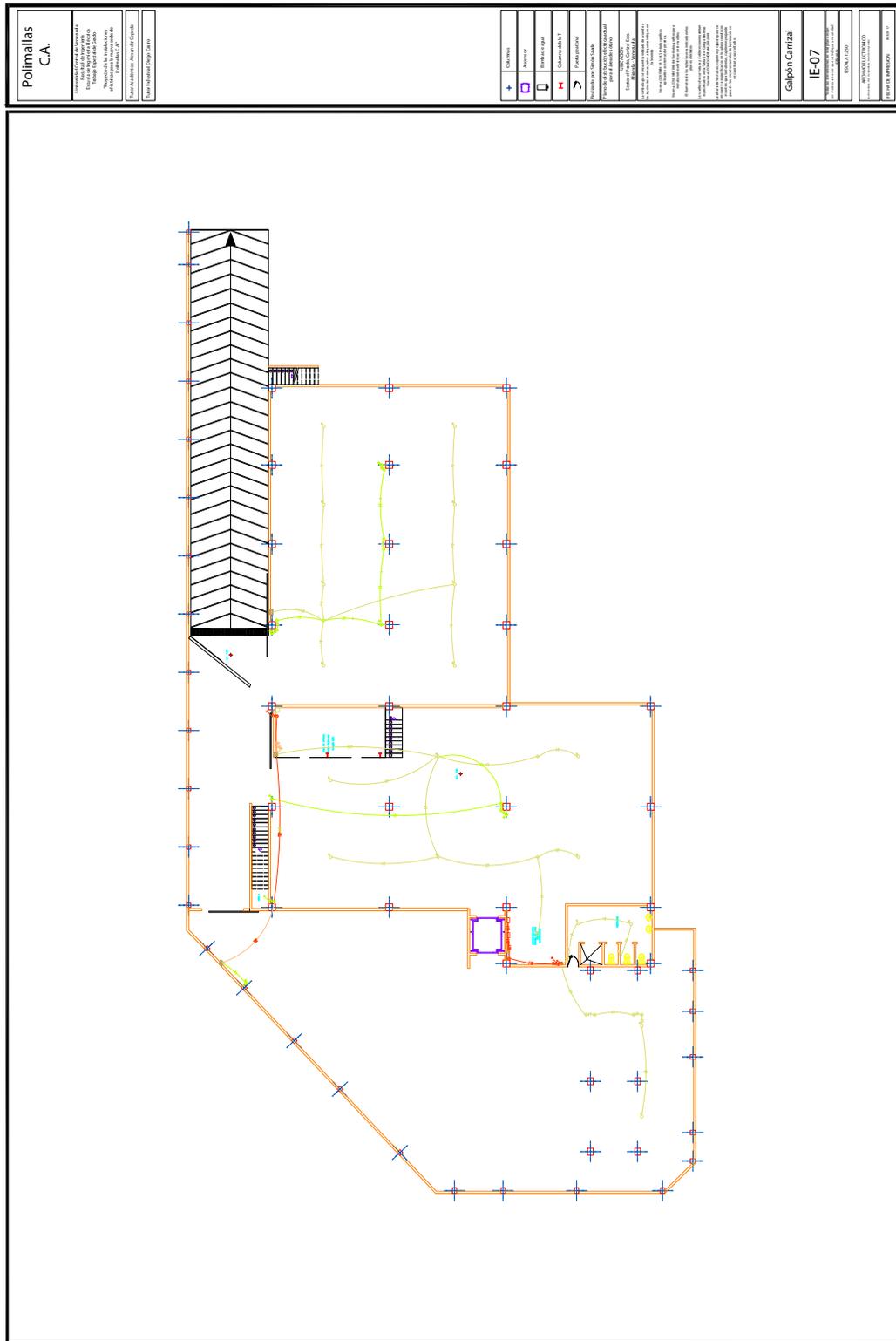
Nota: Cuando sea necesario cumplir con lo establecido en 250.4(A)(5) o 250.4(B)(4), el calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos será de dimensiones mayores a lo indicado en esta Tabla.

* Véase restricciones de instalación en 250.120.

ANEXO B. PLANOS DE LA SITUACIÓN INICIAL DEL GALPÓN

ANEXO B1

PLANO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA ACTUAL PARA EL ÁREA DE SÓTANO



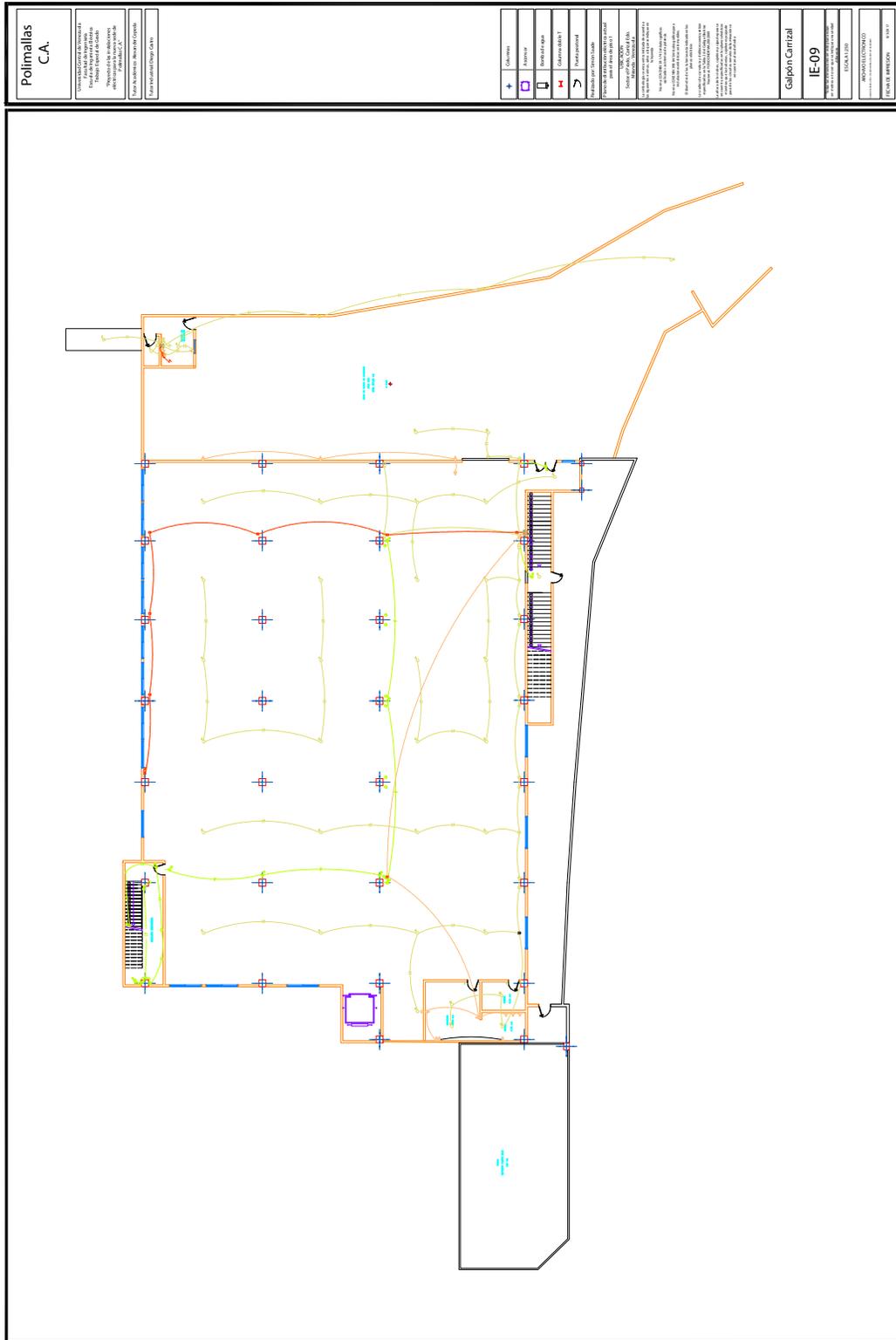
ANEXO B2

PLANO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA ACTUAL PARA EL ÁREA DE PB



ANEXO B3

PLANO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA ACTUAL PARA EL ÁREA DE PISO 1



**ANEXO C. CARACTERÍSTICAS DE LA
MAQUINARIA INSTALADA**

ANEXO C1

MAQUINA SELLADORA (L1...L9)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Computadora	220V (1PH)	-	-	8,00	0,00	8,00
VFD Motor Principal	220V (1PH)	0,90	6,50	1287,00	623,32	1430,00
Motor Principal	380V (3PH)	0,80	3,70	-	-	-
Controlador Motor Tapete	220V (1PH)	0,90	8,00	1584,00	767,17	1760,00
Motor Tapete	220V (DC)	-	2,62	-	-	-
Controlador Motor Desbobinador	220V (1PH)	0,90	8,00	1584,00	767,17	1760,00
Motor Desbobinador	220V (DC)	-	1,90	-	-	-
Controlador Motor A Paso	220V (1PH)	0,90	8,50	1683,00	815,11	1870,00
Motor A Paso	325V (PWM)	-	5,00	-	-	-
Resistencia Térmica	208V (1PH)	1,00	-	1750,00	0,00	1750,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (1PH)	-	-	8146,00	3227,82	8762,20

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
202,70	9,40	0,93	1905,38	0,22

ANEXO C2

MAQUINA COEXTRUSORA 1 (E1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Variador Motor Principal 1	220V (3PH)	0,96	88,00	32023,53	9945,93	33532,49
Motor Principal 1	220V (3PH)	0,80	62,20	-	-	-
Variador Motor Principal 2	220V (3PH)	0,96	88,00	32023,53	9945,93	33532,49
Motor Principal 2	220V (3PH)	0,80	62,20	-	-	-
Electroventilador	220V (3PH)	0,80	3,55	1082,18	811,64	1352,73
Var. Motor Rotación	220V (3PH)	0,96	9,00	3275,13	1017,20	3429,46
Motor Rotación	220V (3PH)	0,80	3,55	-	-	-
Motor Bobinador 1	220V (3PH)	0,80	2,90	884,04	663,03	1105,05
Motor Bobinador 2	220V (3PH)	0,80	2,90	884,04	663,03	1105,05
Motor Extractor	220V (3PH)	0,80	-	1500,00	1125,00	1875,00
Var. Motor Calandra Principal	220V (3PH)	0,96	9,00	3275,13	1017,20	3429,46
Motor Calandra Principal	208V (3PH)	0,80	6,43	-	-	-
Maquina De Calentamiento	208V (1PH)	1,00	-	44400,00	0,00	44400,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	119347,58	25188,95	121976,75

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
199,50	165,40	0,98	57153,00	0,47

ANEXO C3

MAQUINA COEXTRUSORA 2 (E2)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Apparente Total [VA]
Variador Motor Principal 1	220V (3PH)	0,96	100,00	36390,37	11302,19	38105,10
Motor Principal 1	220V (3PH)	0,80	78,00	-	-	-
Variador Motor Principal 2	220V (3PH)	0,96	50,00	18195,19	5651,10	19052,55
Motor Principal 2	220V (3PH)	0,80	51,00	-	-	-
Motor Ventilador Ext X6	220V (3PH)	0,80	0,50	-	-	-
Variador. Motor Ventilador Ext	220V (3PH)	0,96	5,70	2074,25	644,23	2171,99
Arrancador Motor Rotación	220V (3PH)	0,96	3,30	1200,88	372,97	1257,47
Motor Rotación	220V (3PH)	0,80	1,90	-	-	-
Motor Ventilador Anillo Int X4	220V (3PH)	0,80	2,30	2804,54	2103,40	3505,67
Motor Ventilador Horno	220V (3PH)	0,80	1,00	304,84	228,63	381,05
Controlador Motor Calandra Principal	220V (3PH)	0,96	4,00	1455,62	452,09	1524,20
Motor Calandra Principal	180V (DC)	-	4,00	-	-	-
Motor Bomba Auxiliar	115V (1PH)	0,85	23,00	2248,25	1393,34	2645,00
Motor Bomba Retorno Principal	220V (1PH)	0,85	13,20	2468,40	1529,78	2904,00
Motor Ventilador Refile	220V (3PH)	0,80	2,40	731,62	548,71	914,52
Motor Calandra Bobinador	220V (3PH)	0,80	2,00	609,68	457,26	762,10
Motor Aspirador	220V (3PH)	0,80	3,90	1188,88	891,66	1486,10
Maquina De Calentamiento	208V (1PH)	1,00	-	41900,00	0,00	41900,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	111641,10	25123,27	114433,01

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
200,00	148,60	0,97	51476,55	0,45

ANEXO C4

MAQUINA SELLADORA DE CONOS (C1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Vf. Motor Principal	220V (1PH)	0,90	15,90	3700,00	1791,99	4111,11
Motor Principal	380V (3PH)	0,79	3,55	-	-	-
Inversor Motor Dc	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Freno A Polvo 1	24V (DC)	-	2,00	-	-	-
Inversor Motor Dc	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Freno A Polvo 2	24V (DC)	-	2,00	-	-	-
Controlador Motor Alineador	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Alineador	220V (1PH)	0,90	0,35	-	-	-
Servocont Motor Rod Arras	220V (3PH)	0,96	7,30	2656,50	825,06	2781,67
Servomotor Rodillos Arrastre	200V (PWM)	-	10,70	-	-	-
Motor Debobinador Superior	220V (3PH)	0,80	1,80	548,71	411,54	685,89
Resistencia Térmica	208V (1PH)	1,00	-	2200,00	0,00	2200,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	10446,92	3622,70	11057,22

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
203,50	14,55	0,94	5128,47	0,46

ANEXO C5

MAQUINA MORDAZA (M1...M4)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Variador Motor Principal	220V (3PH)	0,96	7,30	2656,50	825,06	2781,67
Motor Principal	220V (3PH)	0,80	3,55	-	-	-
Variador Motor Debobinador	200V (3PH)	0,96	7,30	2415,00	750,05	2528,79
Motor Debobinador	220V (3PH)	0,80	1,93	-	-	-
Servo Controlador	220V (3PH)	0,96	4,80	1746,74	542,51	1829,04
Servomotor	200V (PWM)	-	6,00	-	-	-
Resistencia Térmica 1	208V (1PH)	1,00	-	1000,00	0,00	1000,00
Resistencia Térmica 2	208V (1PH)	1,00	-	1250,00	0,00	1250,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	9318,23	2372,67	9615,56

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
204,50	9,43	0,97	3340,15	0,35

ANEXO C6

MAQUINA EXTRUSORA ZIPPER 1 (EZ1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Apparente Total [VA]
Motor Ventilación 1	220V (1PH)	0,90	3,00	594,00	287,69	660,00
Motor Ventilación 2	220V (1PH)	0,90	3,00	594,00	287,69	660,00
Motor Succionador Material	230V (1PH)	0,90	-	1150,00	556,97	1277,78
Vf. Motor Principal	220V (3PH)	0,96	100,00	36390,37	11302,19	38105,10
Motor Principal	230V (3PH)	0,84	72,10	-	-	-
Vf. Motor Calandra	220V (1PH)	0,90	12,50	2475,00	1198,70	2750,00
Motor Calandra	220V (3PH)	0,80	3,48	-	-	-
Vf. Motor Cañón Línea	220V (1PH)	0,90	12,50	2475,00	1198,70	2750,00
Motor Bobinador	220V (3PH)	0,80	2,90	884,04	663,03	1105,05
Resistencia Térmica	208V (1PH)	1,00	-	22150,00	0,00	22150,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	66712,41	15494,96	68488,24

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
200,00	54,30	0,97	18810,07	0,27

ANEXO C7

MAQUINA EXTRUSORA ZIPPER 2 (EZ2)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Motor Ventilación 1	220V (1PH)	0,90	3,00	594,00	287,69	660,00
Motor Ventilación 2	220V (1PH)	0,90	3,00	594,00	287,69	660,00
Motor Succionador Material	230V (1PH)	0,90	-	1150,00	556,97	1277,78
Vf. Motor Principal	220V (3PH)	0,96	88,00	32023,53	9945,93	33532,49
Motor Principal	230V (3PH)	0,84	63,20	-	-	-
Vf. Motor Calandra	230V (1PH)	0,90	12,50	2587,50	1253,18	2875,00
Motor Calandra	220V (3PH)	0,80	3,48	-	-	-
Vf. Motor Cañón Línea	230V (1PH)	0,90	12,50	2587,50	1253,18	2875,00
Motor Bobinador	220V (3PH)	0,80	2,90	884,04	663,03	1105,05
Resistencia Térmica	208V (1PH)	1,00	-	15400,00	0,00	15400,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	55820,56	14247,67	57610,17

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
200,00	54,30	0,97	18810,07	0,33

ANEXO C8

MAQUINA SELLADORA ZIPPER (Z1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Apparente Total [VA]
Controlador Motor Freno A Polvo	220V (1PH)	0,90	2,00	396,00	191,79	440,00
Motor Freno A Polvo Magnético	24V (DC)	-	1,24	-	-	-
Controlador Motor Guía	220V (1PH)	0,90	3,00	594,00	287,69	660,00
Vf. Motor Portabobina Zipper	220V (3PH)	0,96	5,70	2074,25	644,23	2171,99
Motor Portabobina Zipper	220V (3PH)	0,80	2,20	-	-	-
Vf. Motor Calandra Zipper	220V (3PH)	0,96	5,70	2074,25	644,23	2171,99
Motor Calandra Zipper	220V (3PH)	0,80	3,40	-	-	-
Vf. Motor Debobinador	220V (3PH)	0,96	7,60	2765,67	858,97	2895,99
Controlador Motor Dc.	220V (3PH)	0,96	4,00	1455,62	452,09	1524,20
Motor Dc.	220V (DC)	-	3,80	-	-	-
Vf. Motor Principal	220V (3PH)	0,96	5,70	2074,25	644,23	2171,99
Motor Principal	220V (3PH)	0,80	3,60	-	-	-
Controlador Motor Servo	220V (3PH)	0,96	9,50	3457,09	1073,71	3619,98
Motor Servo	200V (PWM)	-	10,70	-	-	-
Resistencia Térmica	208V (1PH)	1,00	-	1500,00	0,00	1500,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	16709,71	4599,88	17331,28

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
205,40	8,90	0,96	3166,29	0,18

ANEXO C9

MAQUINA SELLADORA ANCHA 10 (LA10)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Controlador Motor Debobinador	220V (1PH)	0,90	8,00	1584,00	767,17	1760,00
Motor Debobinador	220V (DC)	-	2,62	-	-	-
Variador Motor Principal	220V (3PH)	0,96	12,10	4403,23	1367,57	4610,72
Motor Principal	220V (3PH)	0,81	8,80	-	-	-
Controlador A Paso	220V (1PH)	0,90	8,50	2915,04	1411,82	3238,93
Motor P.w.m.	325V (PWM)	-	5,00	-	-	-
Resistencia Térmica 1	208V (1PH)	1,00	-	1500,00	0,00	1500,00
Resistencia Térmica 2	208V (1PH)	1,00	-	1500,00	0,00	1500,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	12152,27	3801,60	12733,03

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
204,80	15,40	0,95	5462,75	0,43

ANEXO C10
MAQUINA SELLADORA ANCHA 11 (L11)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Var. Motor Debobinador	220V (3PH)	0,96	8,60	3129,57	971,99	3277,04
Motor Debobinador	220V (3PH)	0,78	6,12	-	-	-
Var. Motor Tapete	220V (3PH)	0,96	8,60	3129,57	971,99	3277,04
Motor Tapete	220V (3PH)	0,78	6,12	-	-	-
Serv.contr Rodillo Arr	220V (3PH)	0,96	28,80	10480,43	3255,03	10974,27
Servomotor Rodillo De Arrastre	230V (PWM)	-	17,00	-	-	-
Serv.contr Motor Cabezal	220V (3PH)	0,96	28,80	10480,43	3255,03	10974,27
Motor Cabezal	220V (3PH)	0,65	1,14	-	-	-
Resistencia Térmica 1	208V (1PH)	1,00	-	1200,00	0,00	1200,00
Resistencia Térmica 2	208V (1PH)	1,00	-	1200,00	0,00	1200,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	29870,00	8709,09	31113,74

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
198,20	16,34	0,96	5609,40	0,18

ANEXO C11

MAQUINA SELLADORA ANCHA 12 Y 13 (LA12 Y LA13)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Vf. Motor Debobinador	220V (1PH)	0,90	6,80	1346,40	652,09	1496,00
Motor Debobinador	380V (3PH)	0,76	2,89	-	-	-
Vf. Motor Principal	220V (1PH)	0,90	6,80	1346,40	652,09	1496,00
Motor Principal	380V (3PH)	0,72	3,20	-	-	-
Servo.controlador. Motor A Paso	220V (1PH)	0,90	8,50	1683,00	815,11	1870,00
Motor A Paso	325V (PWM)	-	5,00	-	-	-
Resistencia Térmica 1	208V (1PH)	1,00	-	1750,00	0,00	1750,00
Resistencia Térmica 2	208V (1PH)	1,00	-	1750,00	0,00	1750,00
Transformador De Antiestática	220V (1PH)	0,70	-	250,00	255,05	357,14
Sistema Completo	220V (1PH)	-	-	8125,80	2374,35	8465,59

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
206,90	20,70	0,96	4282,83	0,51

ANEXO C12

MAQUINA DOBLADORA (D1 Y D2)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Vf. Motor Principal	220V (1PH)	0,90	6,80	1346,40	652,09	1496,00
Motor Principal	380V (3PH)	0,80	3,70	-	-	-
Sistema Completo	220V (1PH)	-	-	1346,40	652,09	1496,00

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
205,80	2,19	0,90	450,70	0,30

ANEXO C13 CHILLER 01 (CH01)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Compresor 1	220V (3PH)	0,80	20,70	6310,20	4732,65	7887,76
Compresor 2	220V (3PH)	0,80	20,70	6310,20	4732,65	7887,76
Bomba 1	220V (3PH)	0,80	8,80	2682,60	2011,95	3353,25
Bomba 2	115V (1PH)	0,80	27,50	2530,00	1897,50	3162,50
Bomba 3 Retorno	220V (1PH)	0,80	6,00	1056,00	792,00	1320,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	18889,01	14166,76	23611,26

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
202,00	38,80	0,80	13575,12	0,57

ANEXO C14

BOMBAS SUCCIÓN CHILLER (BOMBAS)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Bomba 4 Retorno	220V (1PH)	0,90	7,70	1524,60	738,40	1694,00
Bomba 5 Retorno	220V (3PH)	0,80	4,20	1280,33	960,25	1600,41
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	2804,93	1698,65	3279,18

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
203,30	2,58	0,86	908,48	0,28

ANEXO C15 CHILLER 02 (CH02)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Compresor 3	220V (3PH)	0,80	18,00	5487,13	4115,35	6858,92
Motor Ventilador Comp 3	220V (3PH)	0,80	2,10	640,17	480,12	800,21
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	6127,30	4595,48	7659,13

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
204,00	14,96	0,80	5285,94	0,69

ANEXO C16
COMPRESOR 01 (CPR01)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Compresor De Aire Ppal	220V (3PH)	0,75	-	22000,00	19402,18	29333,33
Secador De Aire Comprimido	230V (1PH)	0,70	7,70	1239,70	1264,75	1771,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	23239,70	20666,92	31099,93

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
198,00	85,50	0,75	29321,89	0,94

ANEXO C17

CORTACORE 1 (CC01)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Motor Principal	220V (3PH)	0,75	2,00	571,58	504,08	762,10
Sistema Completo	220V (3PH)	0,75	2,00	571,58	504,08	762,10

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
204,00	1,52	0,75	537,07	0,70

ANEXO C18
BOMBAS TANQUE PRINCIPAL (BOMBAS)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Bomba 1	220V (1PH)	0,90	13,50	2673,00	1294,59	2970,00
Bomba 2	230V (1PH)	0,90	6,00	1242,00	601,53	1380,00
Sistema Completo	220V (1PH)	-	-	3915,00	1896,12	4350,00

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
194,30	12,41	0,90	2411,26	0,55

ANEXO C19
COMPACTADORA 1 (CPC01)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Motor Principal	230V (3PH)	0,81	13,40	4323,92	3130,47	5338,18
Sistema Completo	230V (3PH)	0,81	13,40	4323,92	3130,47	5338,18

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
200,00	7,73	0,81	2677,75	0,22

ANEXO C20

COMPRESOR 2 (CPR02)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Compresor De Aire Ppal	200V (3PH)	0,80	53,00	14687,78	11015,84	18359,73
Sistema Completo	200V (3PH)	0,80	53,00	14687,78	11015,84	18359,73

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
203,00	45,10	0,80	15857,44	0,86

ANEXO C21 CHILLER 3 (CH03)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Compresor 1	220V (3PH)	0,80	25,50	7773,44	5830,08	9716,80
Compresor 2	220V (3PH)	0,80	25,50	7773,44	5830,08	9716,80
Bomba 1	220V (3PH)	0,80	8,80	2682,60	2011,95	3353,25
Bomba 2	220V (1PH)	0,80	27,50	2530,00	1897,50	3162,50
Bomba 3 Retorno	220V (1PH)	0,80	6,00	1056,00	792,00	1320,00
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	21815,48	16361,61	27269,35

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
202,00	38,80	0,80	13575,12	0,50

ANEXO C22

LAMINADORA 1 (LM1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Rectificador Motor Maquina	380V (3PH)	0,96	32,00	20113,95	6247,03	21061,73
Rectificador Motor Aplicador	380V (3PH)	0,96	63,00	39599,34	12298,84	41465,28
Rectificador Motor Debobinador -1	380V (3PH)	0,96	99,00	62227,53	19326,75	65159,72
Rectificador Motor Debobinador -2	380V (3PH)	0,96	99,00	62227,53	19326,75	65159,72
Rectificador Motor Dosificador	380V (3PH)	0,96	63,00	39599,34	12298,84	41465,28
Rectificador Motor 1 Rebobinador	380V (3PH)	0,96	63,00	39599,34	12298,84	41465,28
Rectificador Motor 2 Rebobinador	380V (3PH)	0,96	63,00	39599,34	12298,84	41465,28
Motor Auxiliar Hidráulico	410V (3PH)	0,80	0,46	261,33	196,00	326,66
Motor Bomba Hidráulica	410V (3PH)	0,76	0,45	242,87	207,69	319,56
Motor Enfriamiento 2	380V (3PH)	0,79	1,10	571,96	443,89	724,00
Motor Hidráulico	380V (3PH)	0,75	3,80	1875,81	1654,31	2501,08
Motor Enfriamiento 4	380V (3PH)	0,90	0,95	562,74	272,55	625,27
Motor Enfriamiento 5	380V (3PH)	0,81	0,71	378,52	274,04	467,31
Motor Enfriamiento 6	380V (3PH)	0,79	1,10	571,96	443,89	724,00
Motor Ventilador 1	380V (3PH)	0,82	5,25	2833,46	1977,77	3455,44
Motor Ventilador 2	380V (3PH)	0,82	5,25	2833,46	1977,77	3455,44
Motor Enfriamiento 7	380V (3PH)	0,79	1,10	571,96	443,89	724,00
Plc	230V (1PH)	-	1,00	230,00	0,00	230,00
Plc	230V (1PH)	-	2,00	460,00	0,00	460,00
Plc	230V (1PH)	-	2,00	460,00	0,00	460,00
Motor Filtro Aceite	380V (3PH)	0,80	2,10	1105,74	829,31	1382,18
Sistema Completo	380V (3PH)	-	-	315926,18	102816,99	332235,89

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
-	-	0,95	147227,51	0,44

ANEXO C23

IMPRESORA 1 (IM1)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Motor Soplador	400V (3PH)	0,86	34,40	20496,39	12161,84	23833,01
Motor 1	400V (DC)	-	12,60	5040,00	0,00	5040,00
Motor Ventilador 1	400V (3PH)	0,70	0,23	109,12	111,32	155,88
Motor 2	400V (DC)	-	12,60	5040,00	0,00	5040,00
Motor Ventilador 2	400V (3PH)	0,70	0,23	109,12	111,32	155,88
Motor 3	400V (DC)	-	12,60	5040,00	0,00	5040,00
Motor Ventilador 3	400V (3PH)	0,70	0,23	109,12	111,32	155,88
Motor 4	400V (DC)	-	12,60	5040,00	0,00	5040,00
Motor Ventilador 4	400V (3PH)	0,70	0,23	109,12	111,32	155,88
Motor Rodillo 1	380V (3PH)	0,80	1,56	821,41	616,06	1026,76
Motor Rodillo 2	380V (3PH)	0,80	1,56	821,41	616,06	1026,76
Motor Bomba De Pintura 1	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 2	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 3	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 4	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 5	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 6	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 7	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 8	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 9	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Bomba De Pintura 10	400V (3PH)	0,84	0,93	541,23	349,60	644,32
Motor Superior	400V (3PH)	0,78	1,90	1026,76	823,75	1316,36
Motor Tambor	400V (3PH)	0,76	12,60	6634,44	5673,52	8729,53
Maquina De Calentamiento	400V (3PH)	1,00	86,70	60000,00	0,00	60000,00
Sistema Completo	380V (3PH)	-	-	136809,19	23832,53	138236,03

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
-	-	0,98	127660,00	0,92

ANEXO C24

CORTADORA 1 (C01)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Inversor Motor Dc	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Freno A Polvo Magnético	24V (DC)	-	1,80	-	-	-
Motor Alineador	220V (3PH)	0,80	0,56	170,71	128,03	213,39
Motor Ventilador Refile	200V (3PH)	0,85	9,40	2767,82	1715,34	3256,25
Vf. Motor Principal	220V (1PH)	0,90	17,00	3366,00	1630,23	3740,00
Motor Principal	380V (3PH)	0,81	6,80	-	-	-
Inversor Motor Dc	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Freno A Polvo Mag Bob1	24V (DC)	-	1,80	-	-	-
Inversor Motor Dc	220V (3PH)	0,96	1,00	363,90	113,02	381,05
Motor Freno A Polvo Mag Bob2	24V (DC)	-	1,80	-	-	-
Sistema Completo	220V (3PH)	-	-	7396,24	3812,67	8321,10

Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
202,00	38,80	0,80	13575,12	0,50

ANEXO C25 CORTADORA 2 (C02)

Datos de la máquina

Cargas	Tipo de alimentación	Factor de potencia	Corriente nominal [A]	Potencia Activa Total [W]	Potencia Reactiva Total [VAR]	Potencia Aparente Total [VA]
Motor 1	260V (DC)	-	31,00	8060,00	0,00	8060,00
Enfriador Motor 1	400V (3PH)	0,79	0,67	366,71	284,60	464,19
Motor 2	260V (DC)	-	31,00	8060,00	0,00	8060,00
Enfriador Motor 2	400V (3PH)	0,79	0,67	366,71	284,60	464,19
Motor 3	260V (DC)	-	19,50	5070,00	0,00	5070,00
Enfriador Motor 3	400V (3PH)	0,79	0,67	366,71	284,60	464,19
Motor Ventilador	400V (3PH)	0,88	4,50	2743,57	1480,82	3117,69
Compresor	380V (3PH)	0,78	3,90	2002,18	1606,31	2566,90
Control	220V (1PH)	0,95	0,50	104,50	34,35	110,00
Sistema Completo	380V (3PH)	-	-	27140,38	3975,27	27429,96

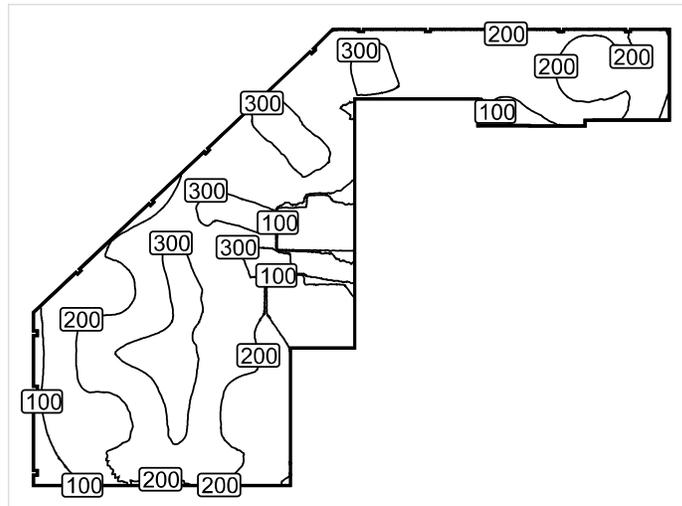
Datos medidos en planta

Tensión medida [V]	Corriente medida [A]	Factor de Potencia	Potencia Calculada en base a mediciones [VA]	Factor de Utilización
202,00	38,80	0,80	13575,12	0,50

ANEXO D. PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

ANEXO D1

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE ACCESO VEHICULAR Y ZONA DE EXTRUSIÓN



Escala: 1 : 500

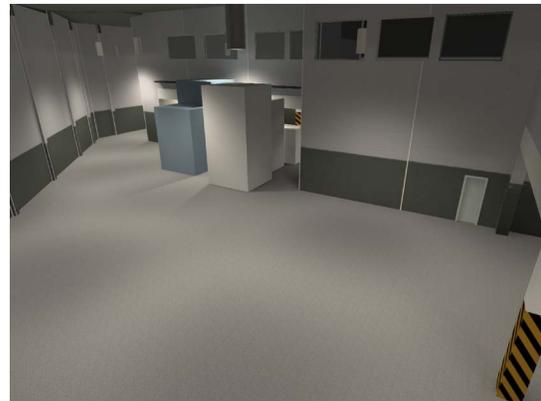
Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 214 lx, Min: 0.01 lx, Max: 393 lx, Min./medio: 0.00, Min./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



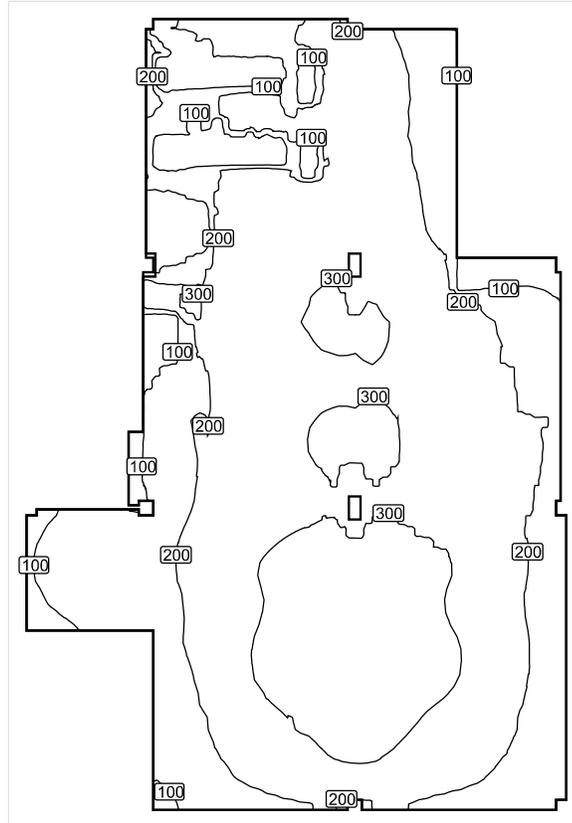
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D2

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE ZONA 1



Escala: 1 : 200

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)

Media (real): 224 lx, Min: 0.10 lx, Max: 371 lx, Min./medio: 0.00, Min./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



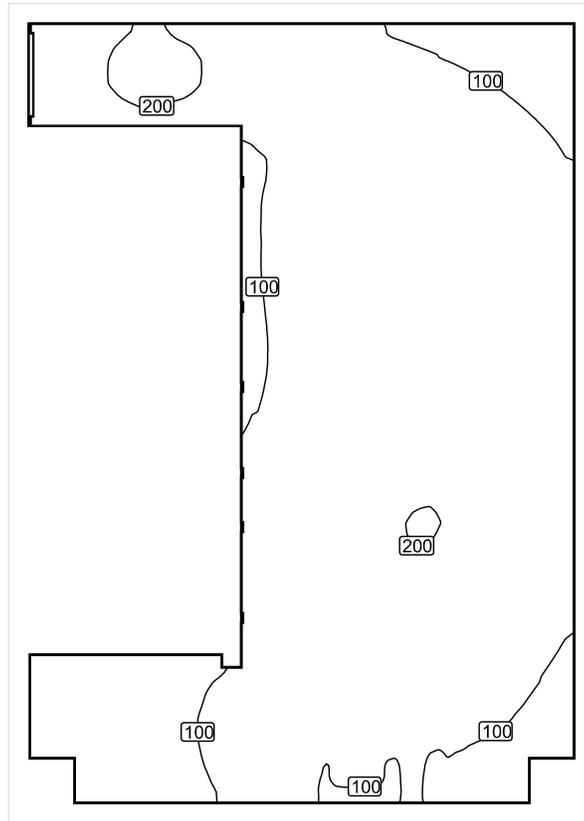
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D3

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE BAÑO SÓTANO



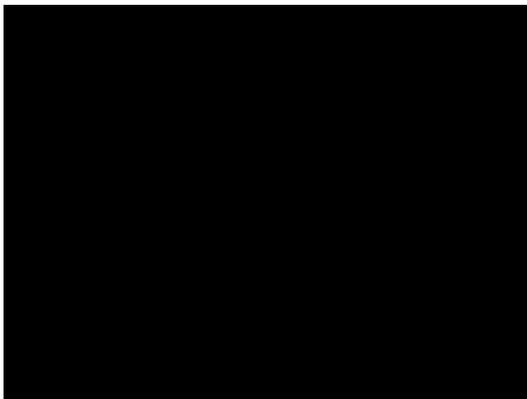
Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 134 lx, Min: 8.52 lx, Max: 216 lx, Min./medio: 0.06, Min./máx.: 0.04

Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



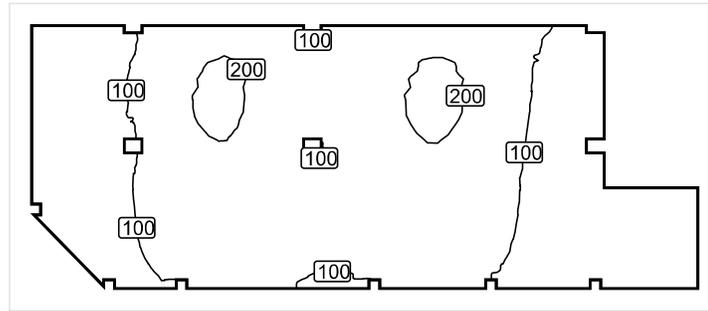
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D4

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL DEPÓSITO DE TINTAS



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 119 lx, Min: 8.00 lx, Max: 219 lx, Mín./medio: 0.07, Mín./máx.: 0.04
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



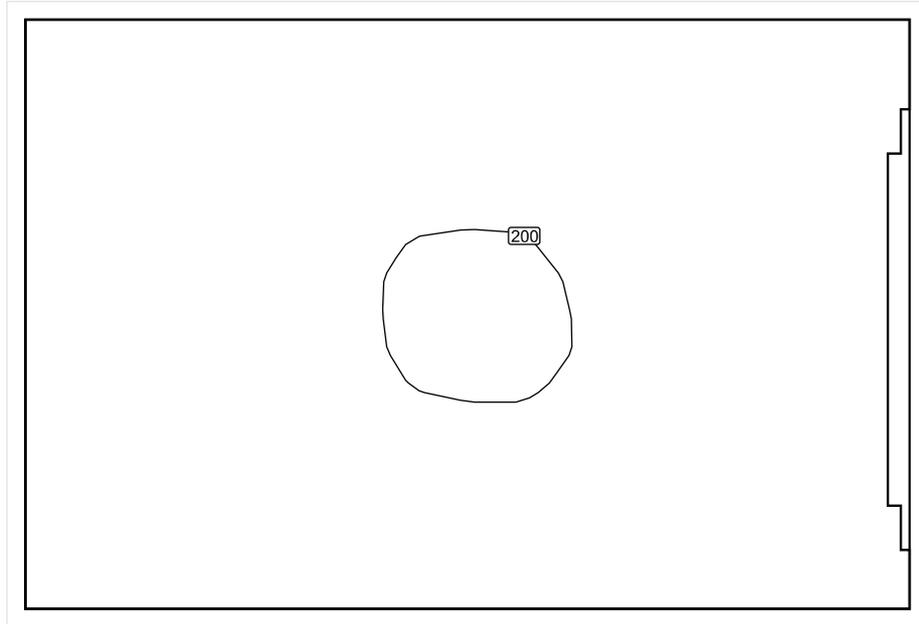
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D5

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL BAÑO



Escala: 1 : 10

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)

Media (real): 173 lx, Min: 127 lx, Max: 203 lx, Min./medio: 0.73, Min./máx.: 0.63

Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



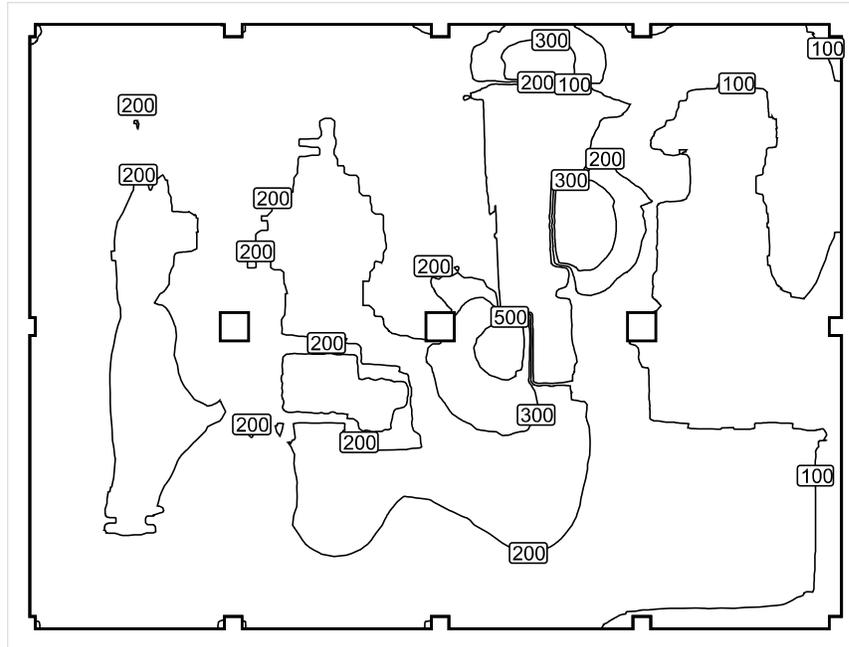
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D6

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE ZONA DE LAMINACIÓN E IMPRESIÓN



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 157 lx, Min: 0.03 lx, Max: 589 lx, Min./medio: 0.00, Min./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



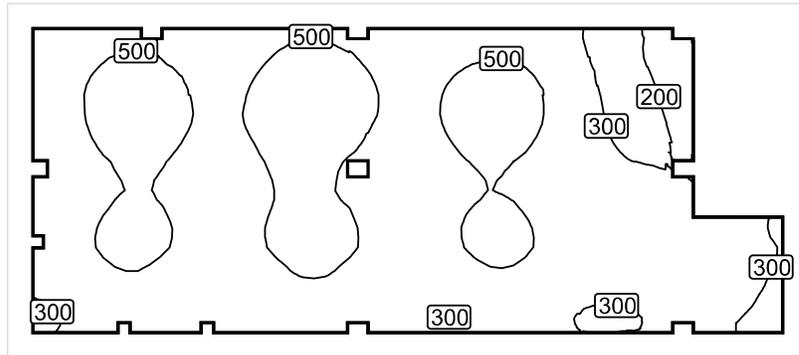
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D7

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL COMEDOR



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 432 lx, Min: 149 lx, Max: 663 lx, Mín./medio: 0.34, Mín./máx.: 0.22
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



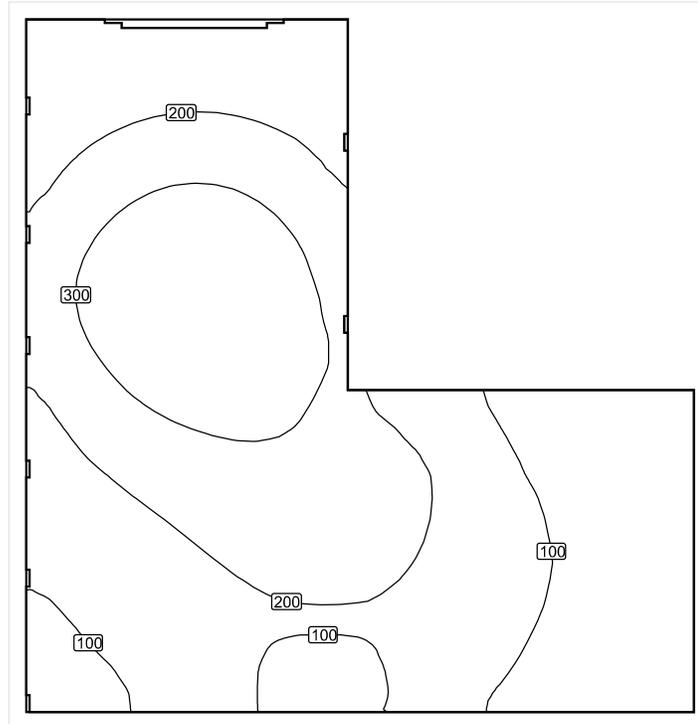
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D8

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL BAÑO DE CABALLEROS



Escala: 1 : 25

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 186 lx, Min: 14.4 lx, Max: 417 lx, Min./medio: 0.08, Min./máx.: 0.03
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



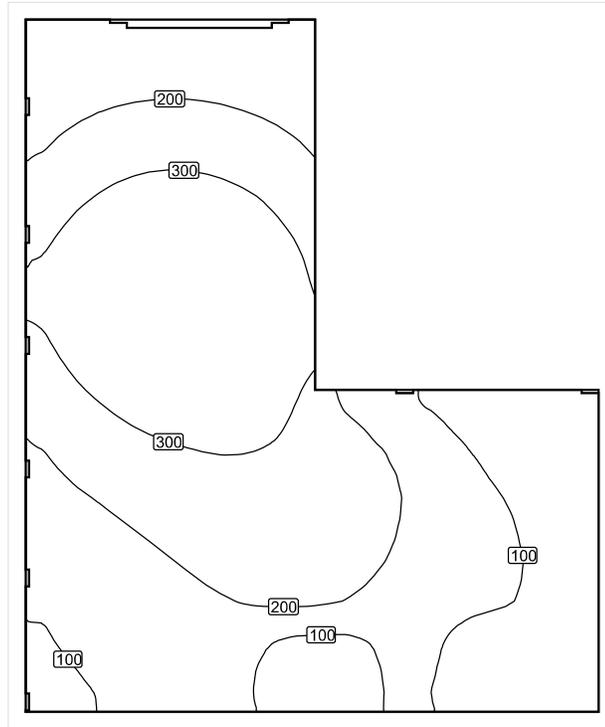
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D9

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL BAÑO DE DAMAS



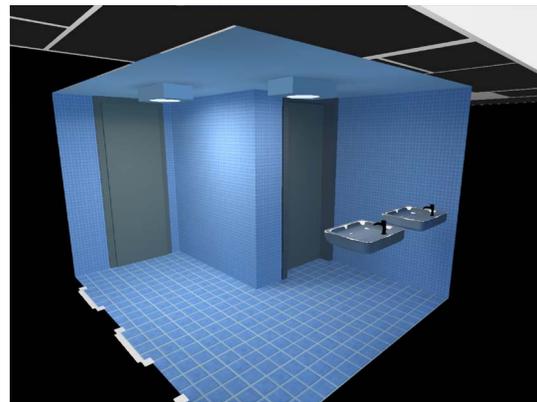
Escala: 1 : 25

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 205 lx, Min: 11.9 lx, Max: 440 lx, Min./medio: 0.06, Min./máx.: 0.03
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



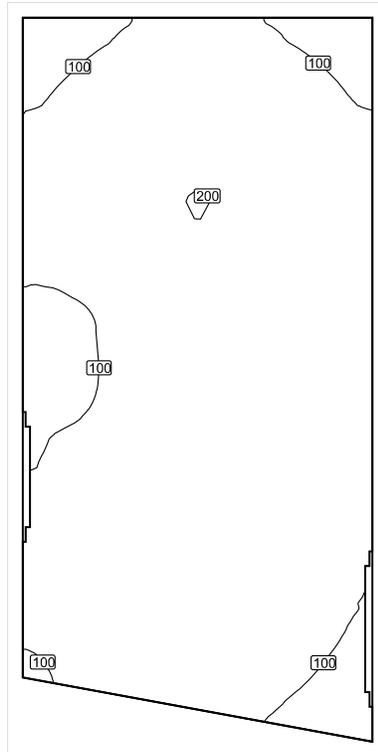
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D10

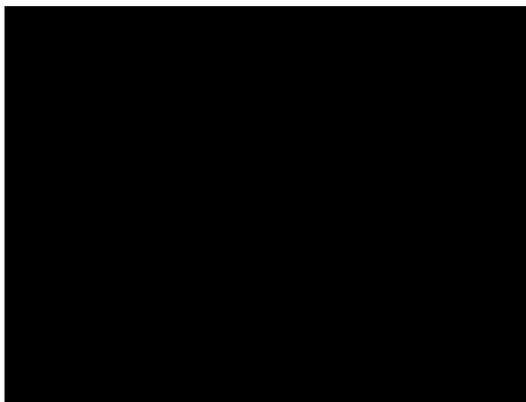
ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL BAÑO DE LA OFICINA



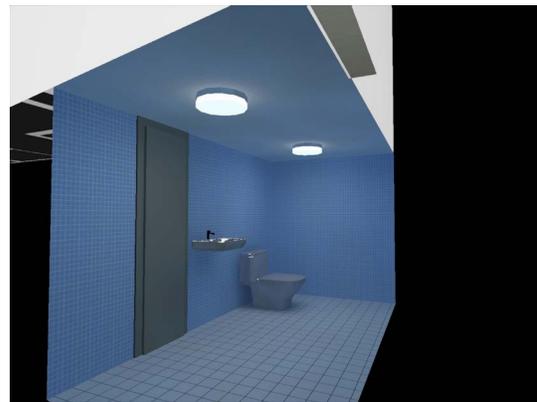
Escala: 1 : 25

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 133 lx, Min: 5.93 lx, Max: 201 lx, Min./medio: 0.04, Min./máx.: 0.03
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



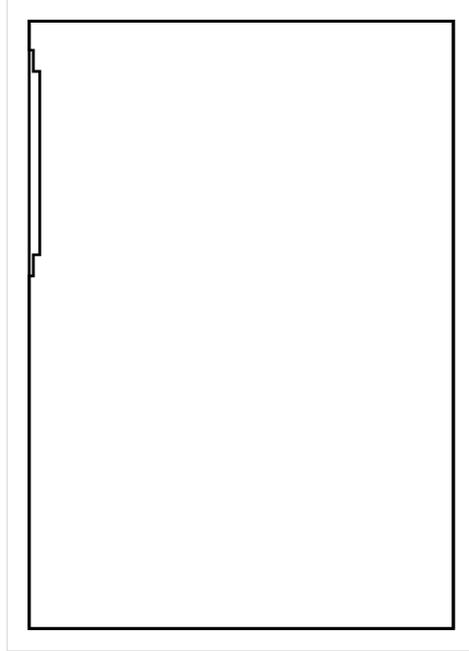
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D11

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE CASETA DE VIGILANCIA



Escala: 1 : 25

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)

Media (real): 135 lx, Min: 107 lx, Max: 161 lx, Mín./medio: 0.79, Mín./máx.: 0.66
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



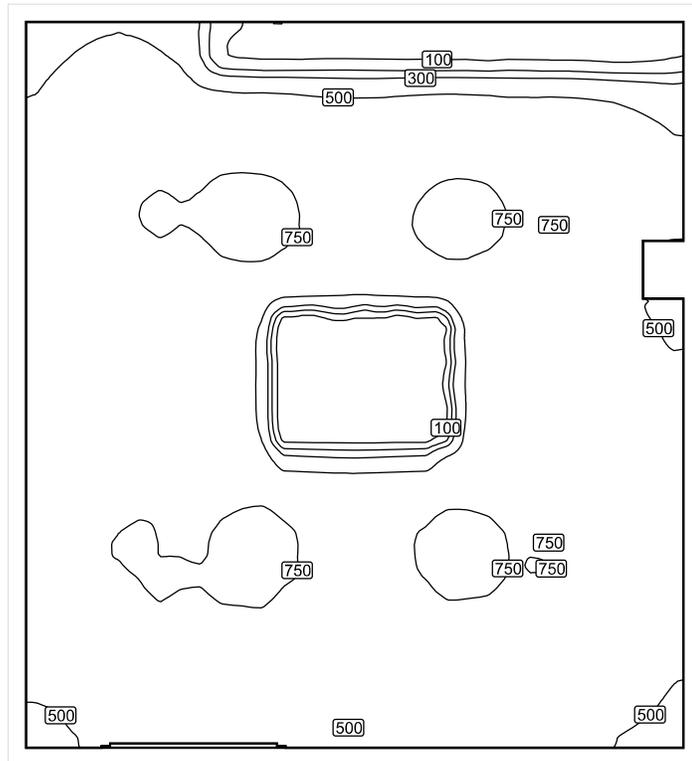
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D12

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE CONTROL DE CALIDAD



Escala: 1 : 50

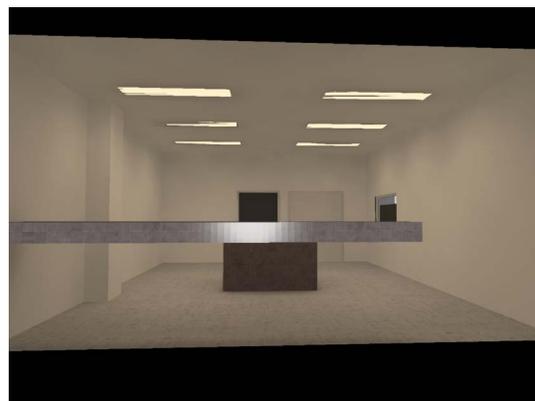
Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 576 lx, Min: 1.08 lx, Max: 779 lx, Min./medio: 0.00, Min./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



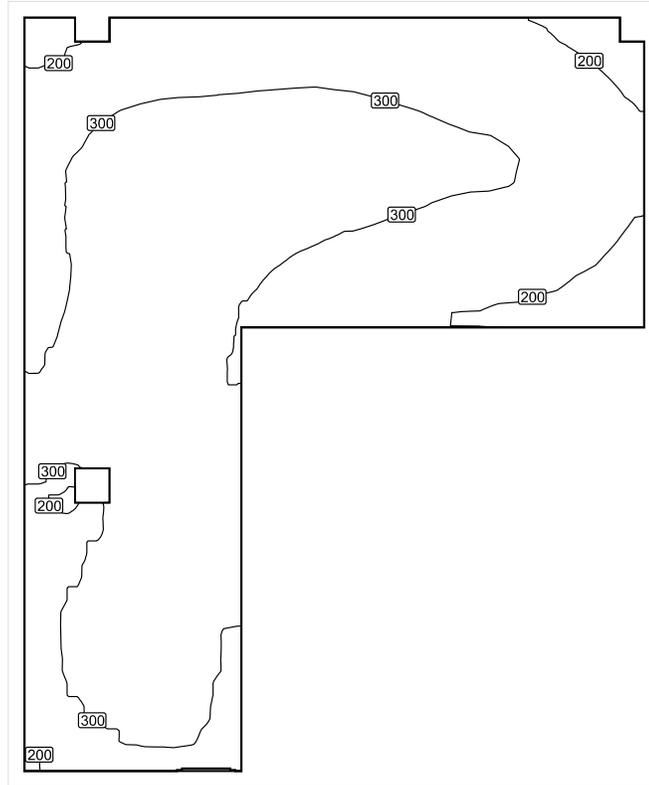
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D13

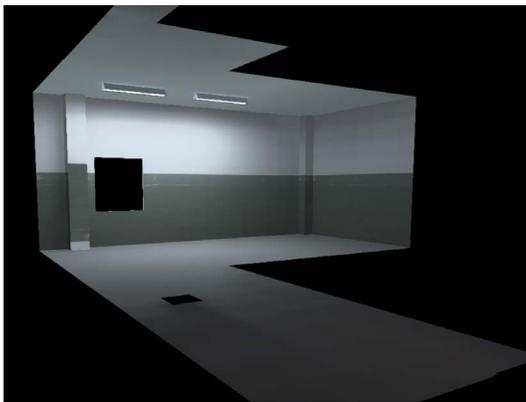
ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL CUARTO ELÉCTRICO Y TALLER



Escala: 1 : 75

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 294 lx, Min: 136 lx, Max: 424 lx, Min./medio: 0.46, Min./máx.: 0.32
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



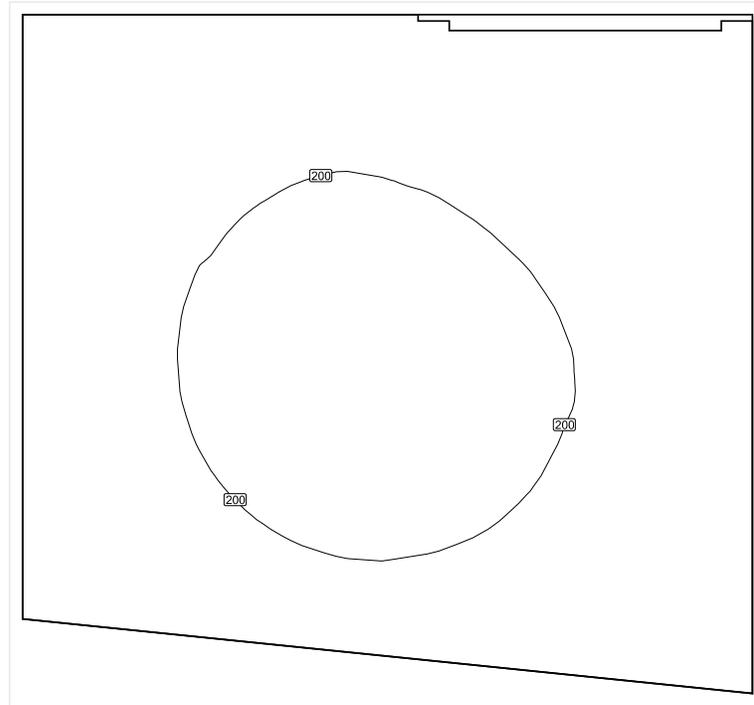
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D14

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DEL CUARTO LAVAMOPAS



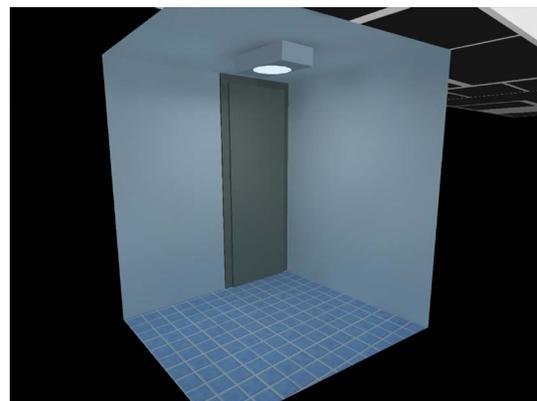
Escala: 1 : 10

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 180 lx, Min: 102 lx, Max: 238 lx, Min./medio: 0,57, Min./máx.: 0,43
Altura del plano útil: 0,800 m, Zona marginal: 0,000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



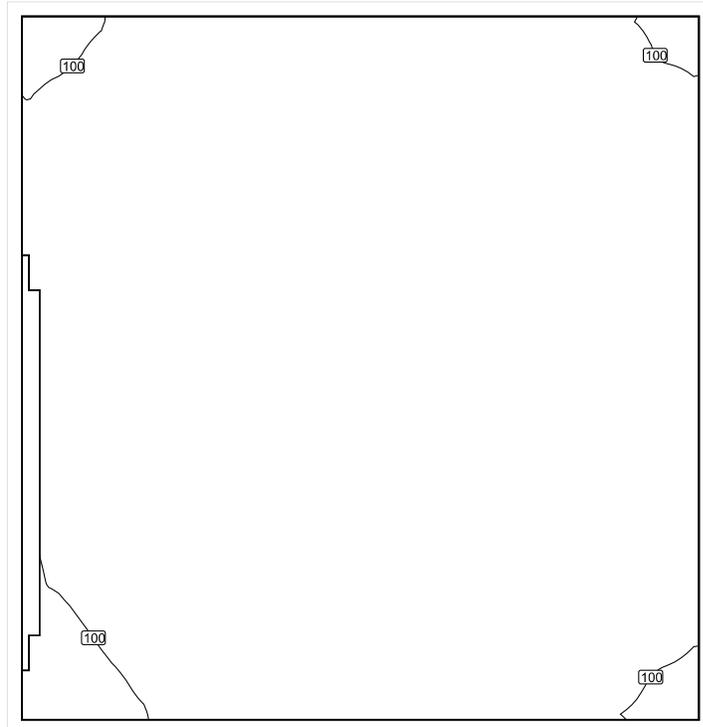
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D15

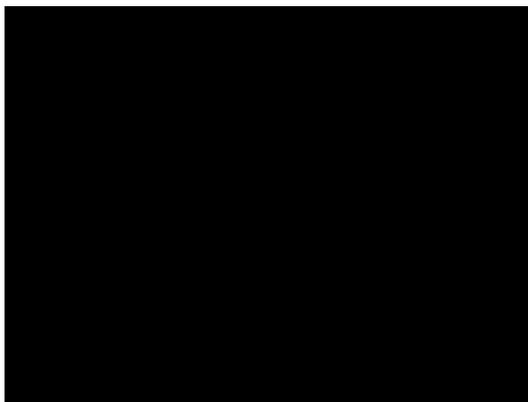
ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE DUCHA BAÑO CABALLEROS



Escala: 1 : 10

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 139 lx, Min: 82.7 lx, Max: 193 lx, Min./medio: 0.59, Min./máx.: 0.43
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



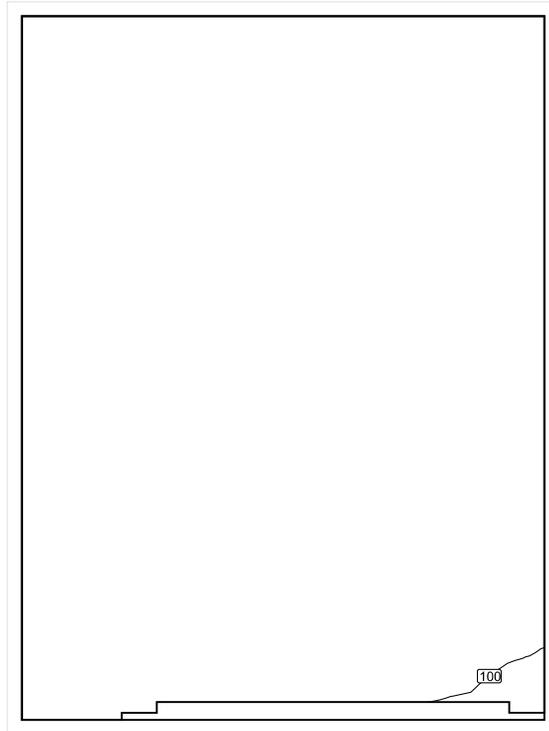
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D16

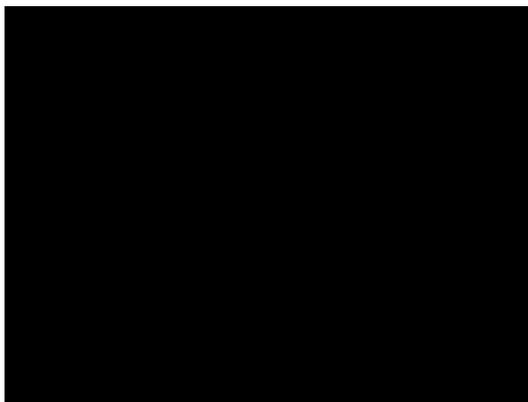
ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE DUCHA BAÑO DAMAS



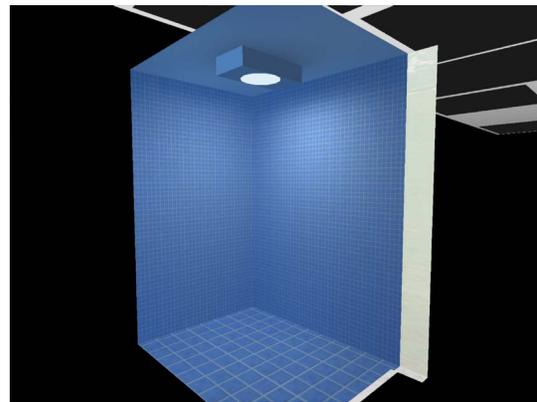
Escala: 1 : 10

Intensidad luminica perpendicular (Superficie)
Media (real): 152 lx, Min: 88,1 lx, Max: 200 lx, Min./medio: 0,58, Min./máx.: 0,44
Altura del plano útil: 0,800 m, Zona marginal: 0,000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



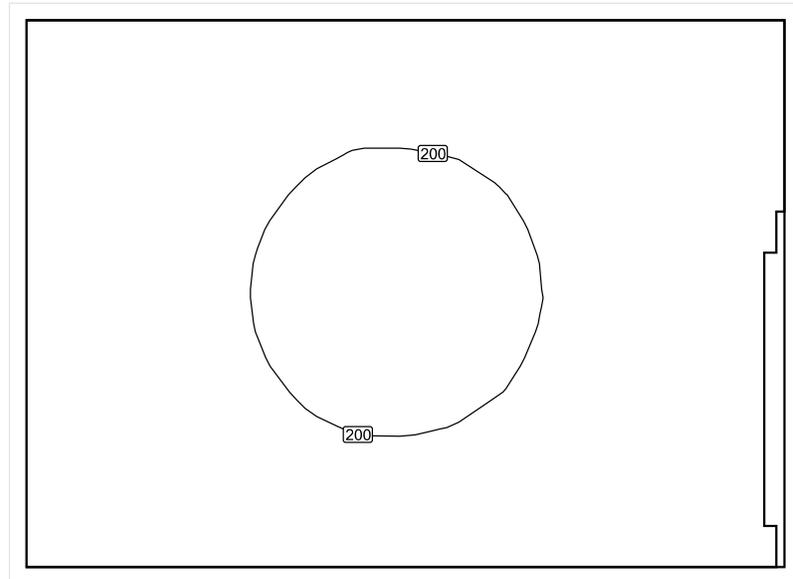
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D17

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE WC1, WC2, WC3, WC4, WC5, WC6



Escala: 1 : 10

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 171 lx, Min: 108 lx, Max: 215 lx, Min./medio: 0.63, Min./máx.: 0.50
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



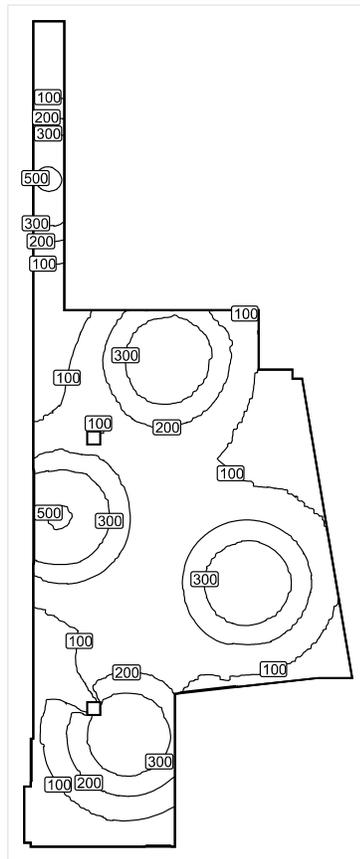
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D18

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE ZONA DE TRANSITO PB



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 189 lx, Min: 18.2 lx, Max: 529 lx, Min./medio: 0.10, Min./máx.: 0.03
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



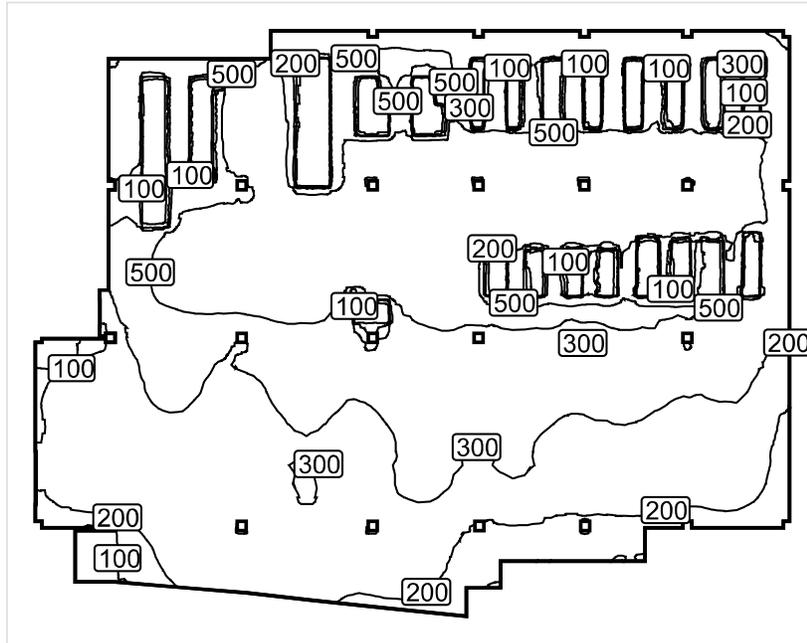
Situación Actual



Propuesta

ANEXO D19

ESTUDIO DE ILUMINANCIA DE ZONA DE MAQUINARIAS



Escala: 1 : 500

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 356 lx, Min: 0.83 lx, Max: 727 lx, Min./medio: 0.00, Min./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Estudio de Isolíneas Propuesta



Situación Actual

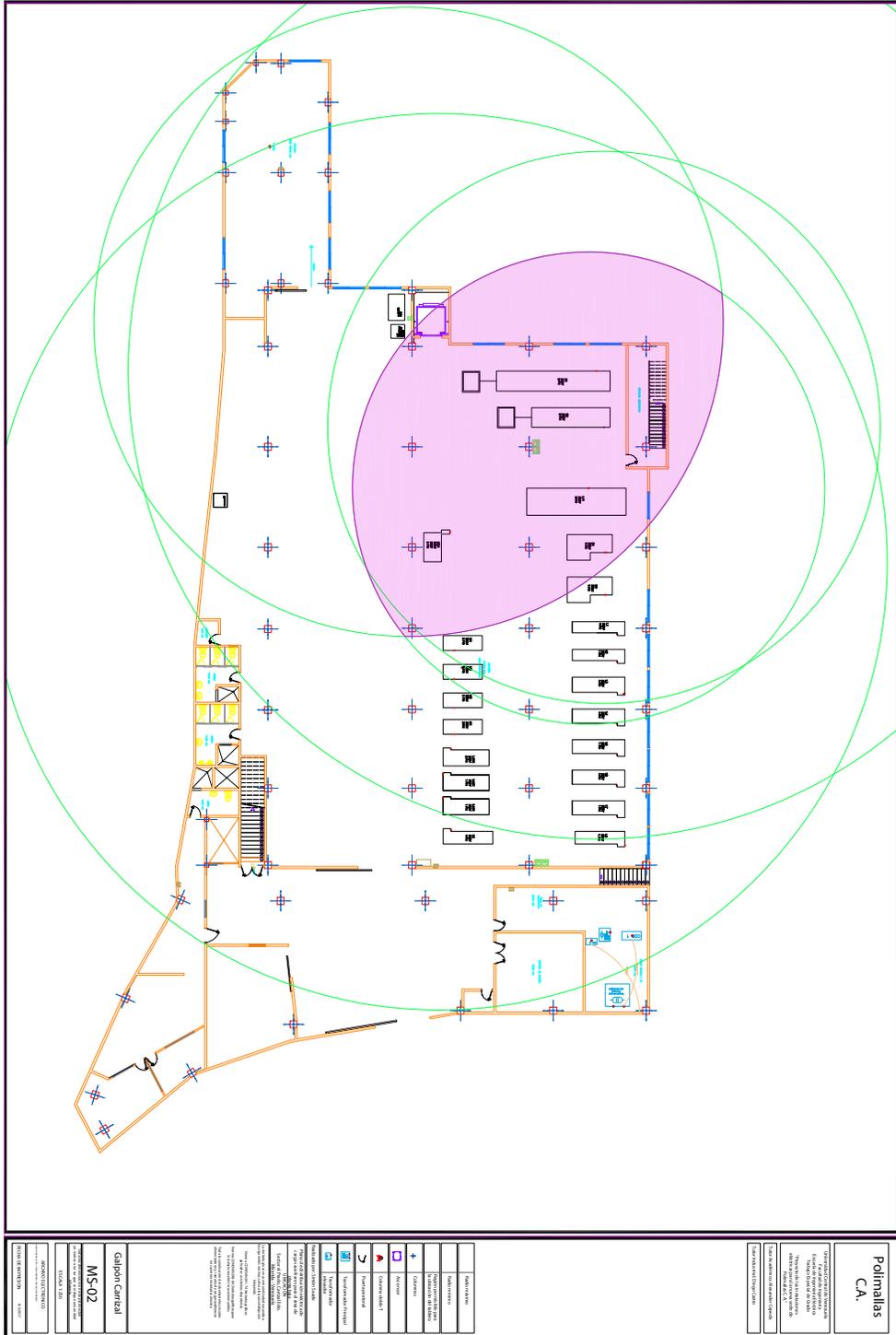


Propuesta

ANEXO E. UBICACIÓN DE TABLEROS Y CANALIZACIONES

ANEXO E1

UBICACIÓN DEL TABLERO TA-PB-02



ANEXO E2

RADIOS MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS CARGAS ASOCIADAS A TA-PB-02

Maquinaria	Identificación	Alimentación	Potencia Demandada [VA]	Factor de Potencia	h_{alim} [m]	Calibre [kcmil]	Impedancia del cable [Ω /km]	Impedancia aguas arriba [$m\Omega$]	Radio Mínimo	Radio Máximo
Selladora 11	L11	3 PH (208)	7,01	0,96	0,00	10,38	3,91	36,51	0,00	27,92
Selladora Zipper 1	Z1	3 PH (208)	3,96	0,96	0,20	6,53	6,60	36,51	0,00	29,75
Selladora de conos	C1	3 PH (208)	6,41	0,94	0,50	6,53	6,60	36,51	0,00	17,40
Dobladora 1	D1	1 PH (208)	0,56	0,90	0,35	6,53	6,60	36,51	0,00	123,05
Dobladora 2	D2	1 PH (208)	0,56	0,90	0,35	6,53	6,60	36,51	0,00	123,05
Cortadora 1	CO1	3 PH (208)	4,41	0,89	0,10	6,53	6,60	36,51	0,00	28,46
Chiller 1	CH01	3 PH (208)	16,97	0,80	1,10	26,24	1,62	36,51	0,00	32,66
Bombas	BOMBAS	3 PH (208)	1,14	0,86	1,50	6,53	6,60	36,51	0,58	129,26

ANEXO E4

RADIOS MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS CARGAS ASOCIADAS A TA-ST-01

Maquinaria	Identificación	Alimentación	Potencia Demandada [VA]	Factor de Potencia	h_{alim} [m]	Calibre [kernil]	Impedancia del cable [Ω /km]	Impedancia aguas arriba [$m\Omega$]	Radio Mínimo	Radio Máximo
Cortadora 2	CO2	3 PH (380)	9,27	0,99	0,10	6,53	6,60	26,69	8,20	66,82
Laminadora	LM1	3 PH (380)	147,23	0,95	1,50	400	0,24	26,69	0,00	130,15
Impresora	IM1	3 PH (380)	127,66	0,98	0,10	350	0,26	26,69	0,00	139,50

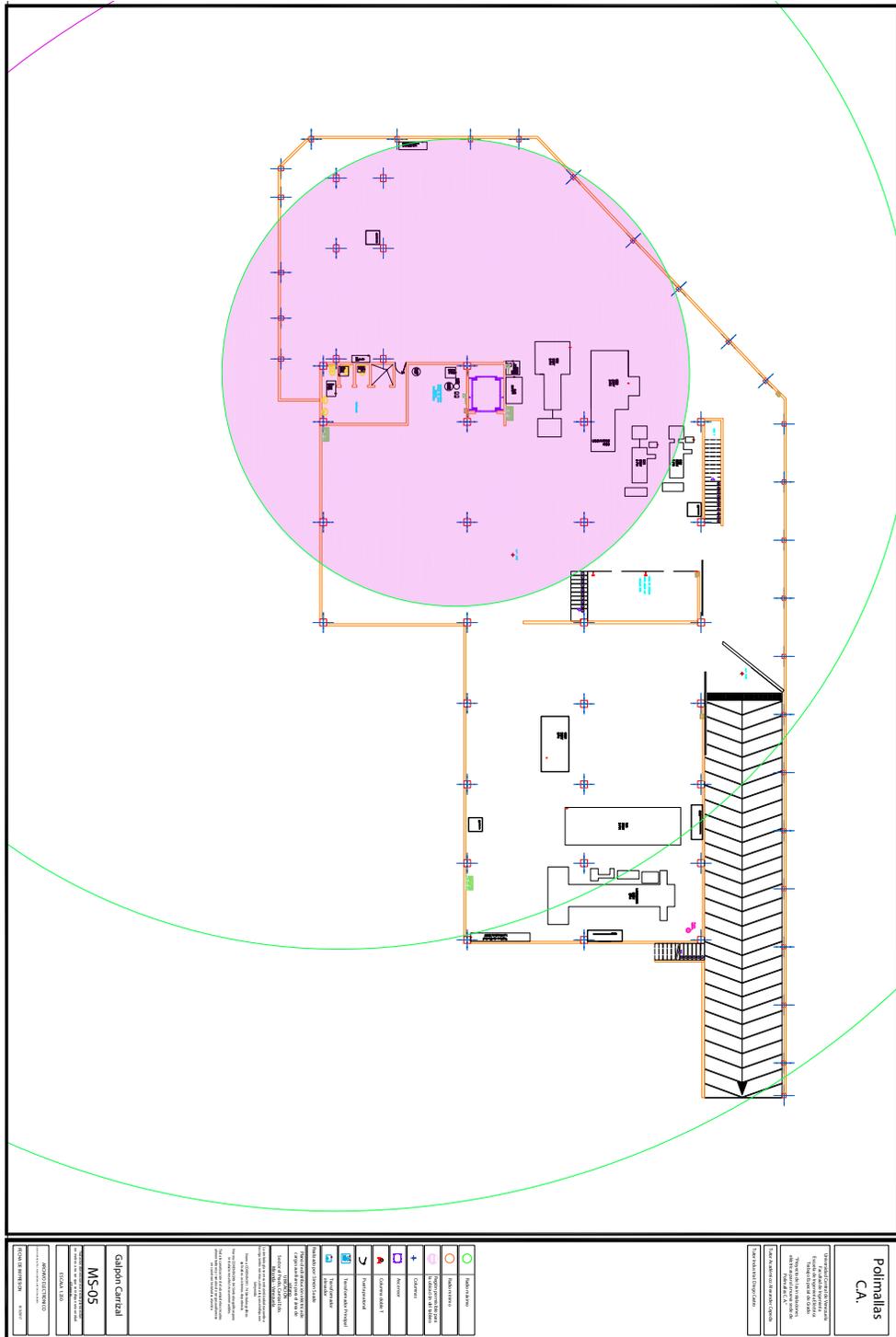
ANEXO E6

RADIOS MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS CARGAS ASOCIADAS A TA-ST-02

Maquinaria	Identificación	Alimentación	Potencia Demandada [VA]	Factor de Potencia	h_{alim} [m]	Calibre [kcmil]	Impedancia del cable [Ω /km]	Impedancia aguas arriba [$m\Omega$]	Radio Mínimo	Radio Máximo
Extrusora Zipper 1	EZ1	3 PH (208)	23,51	0,97	0,10	41,74	1,04	10,68	0,00	28,30
Extrusora Zipper 2	EZ2	3 PH (208)	23,51	0,97	0,10	41,74	1,04	10,68	0,00	28,30
Coextrusora 1	E01	3 PH (208)	71,44	0,98	1,00	350	0,26	10,68	0,00	44,72
Coextrusora 2	E02	3 PH (208)	64,35	0,97	0,10	300	0,29	10,68	0,00	43,00
Chiller 3	CH03	3 PH (208)	16,97	0,00	0,00	26,24	1,62	10,68	1,14	241,32

ANEXO E7

UBICACIÓN DEL TABLERO TA-ST-03



ANEXO E8

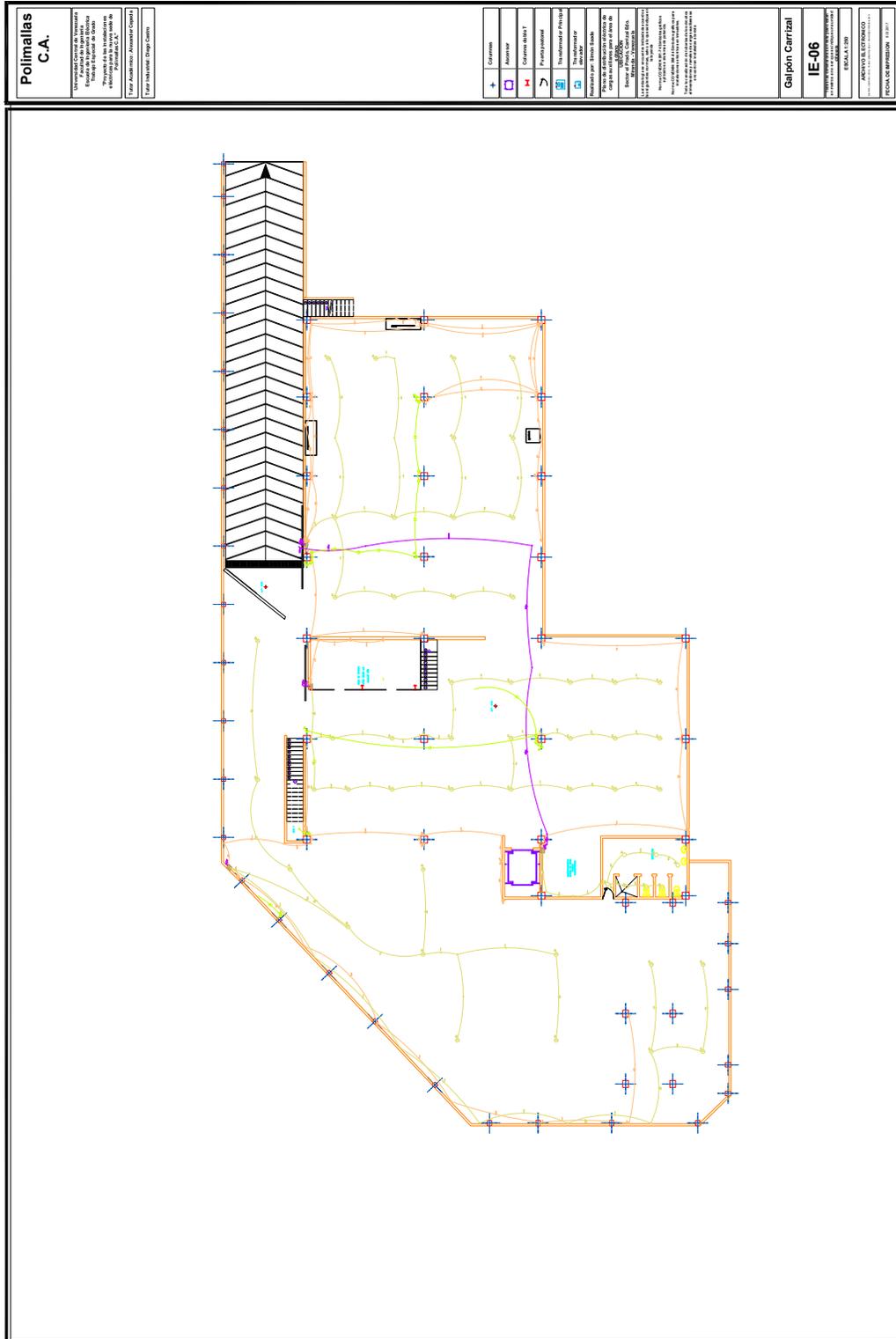
RADIOS MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS CARGAS ASOCIADAS A TA-ST-03

Maquinaria	Identificación	Alimentación	Potencia Demandada [VA]	Factor de Potencia	h_{alim} [m]	Calibre [kcmil]	Impedancia de cable [Ω /km]	Impedancia aguas arriba [$m\Omega$]	Radio Mínimo	Radio Máximo
Chiller 2	CH02	3 PH (208)	6,61	0,80	0,70	6,53	6,60	24,26	1,64	20,39
Compresor 1	CPR01	3 PH (208)	36,65	0,75	2,30	133,10	0,37	24,26	0,00	62,62
Cortacore 1	CC01	3 PH (208)	0,67	0,75	0,50	10,38	3,91	24,26	0,00	416,94
Compresor 2	CPR02	3 PH (208)	19,82	0,80	2,80	41,74	1,04	24,26	0,00	45,03

ANEXO F. PLANOS ELÉCTRICOS Y DE CANALIZACIONES

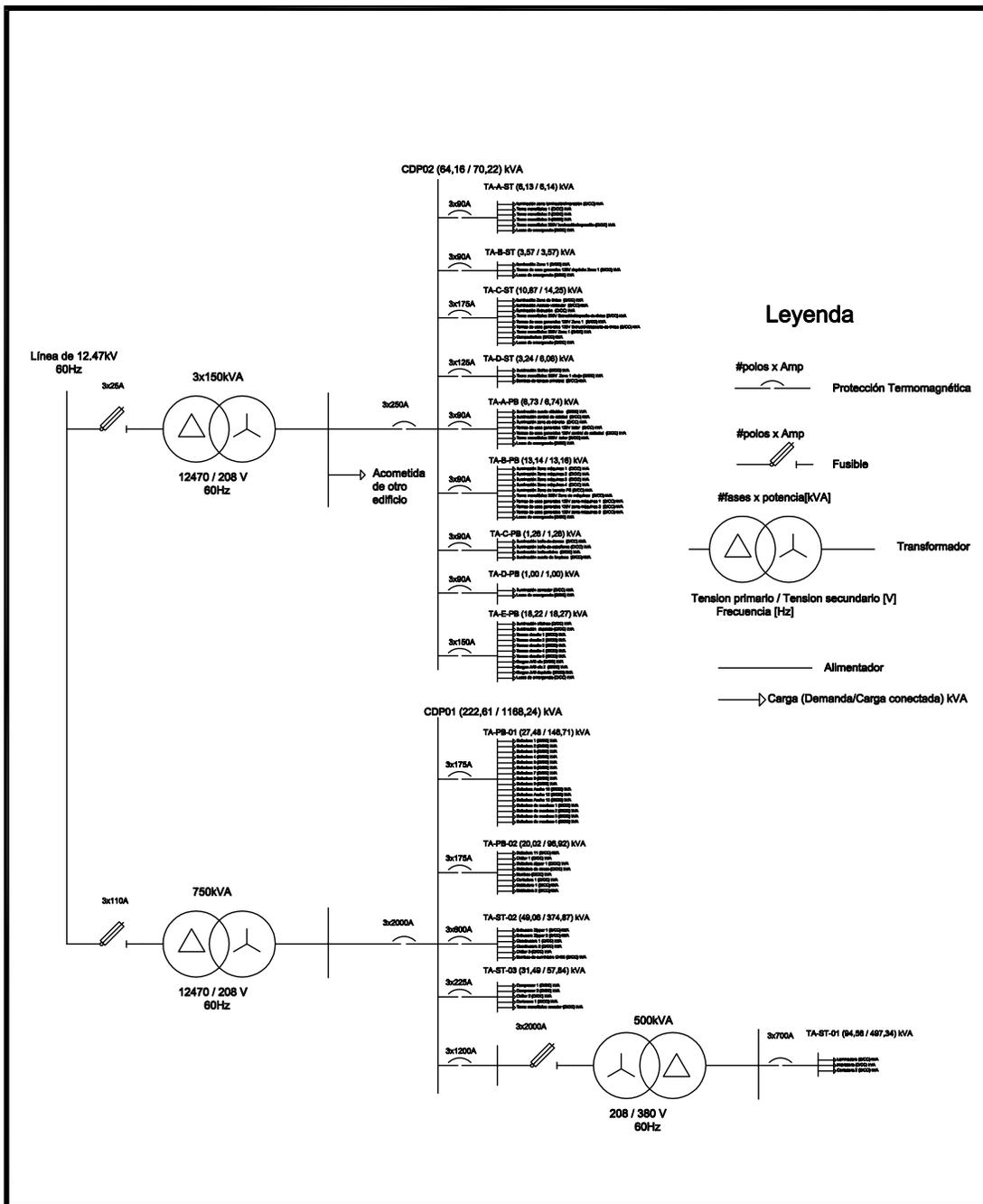
ANEXO F6

SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL ÁREA DE SÓTANO



ANEXO F7

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA



Galpón Carrizal Diagrama Unifilar Propuesto	Polimallas C.A. Sector el Prado, Carrizal Edo. Miranda - Venezuela	Diagrama Unifilar	FECHA DE IMPRESION 17/5/2017
			IE-01

ANEXO G. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

ANEXO G1

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

TX03-CDP02-TA-A-ST-Tomas de usos generales 120V Laminación/impresión				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-A-ST	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX03-CDP02-TA-B-ST-Iluminación Zona 1				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	20,00	C	120,00	200,00
TA-B-ST	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX03-CDP02-TA-D-ST-Bombas de tanque principal				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-D-ST	125,00	C	750,00	1250,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX01-CDP01-TA-ST-02-Coextrusora 1				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	250,00	C	1500,00	2500,00
TA-ST-02	600,00	C	3600,00	6000,00
CDP01	2000,00	C	12000,00	20000,00

TX01-CDP01-TA-ST-03-Compresor 1				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	175,00	B	525,00	1050,00
TA-ST-03	225,00	C	1350,00	2250,00
CDP01	2000,00	C	12000,00	20000,00

TX03-CDP02-TA-A-PB-tomas monofásicas 208V taller				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-A-PB	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX03-CDP02-TA-B-PB-iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-B-PB	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX01-CDP01-TX02-TA-ST-01-Laminadora				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	300,00	C	1800,00	3000,00
TA-ST-01	700,00	C	4200,00	7000,00
TX02	1200,00	C	7200,00	12000,00
CDP01	2000,00	C	12000,00	20000,00

TX03-CDP02-TA-C-PB-iluminación Baño caballeros				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	20,00	C	120,00	200,00
TA-C-PB	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX03-CDP02-TA-D-PB-iluminación Comedor				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	20,00	C	120,00	200,00
TA-D-PB	90,00	C	540,00	900,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX03-CDP02-TA-E-PB-Tomas Circuito 1 (Café break)				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	30,00	C	180,00	300,00
TA-E-PB	150,00	C	900,00	1500,00
CDP02	250,00	C	1500,00	2500,00

TX01-CDP01-TA-PB-01-Selladora 4				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	20,00	C	120,00	200,00
TA-PB-01	175,00	C	1050,00	1750,00
CDP01	2000,00	C	12000,00	20000,00

TX01-CDP01-TA-PB-02-Chiller 1				
Equipo	Corriente nominal [A]	Curva	t mín [A]	t máx [A]
Carga	90,00	C	540,00	900,00
TA-PB-02	175,00	C	1050,00	1750,00
CDP01	2000,00	C	12000,00	20000,00

ANEXO H. TABLEROS ELÉCTRICOS

ANEXO H1

CDP01 Y CDP02

Tablero: Centro de Distribución de Potencia 1				Código: CDP01				Ubicación: Cuarto Eléctrico				
Alimentador : 3PH 4x(750 AWG) + N 400 AWG + T 400 AWG				Carga Instalada: 486,15 kVA				Protección Principal: 2000 A				
Tipo: Tipo CDP 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 1349,42 A				
Proviene de: Acometida 750kVA				Ampacidad barra: 2000 A				Corriente Car. Monofásica: 5,14 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	circuito	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
TA-ST-02	408,53	2x 500	600	C-1	1491,18	1491,18	1491,18	C-2	1200	3x 750	1082,65	TX02
				C-3				C-4				
				C-5				C-6				
TA-ST-03	131,13	350	225	C-7	214,50	131,13	1491,18	C-8	175	2	83,37	TA-PB-02
				C-9				C-10				
				C-11				C-12				
TA-PB-01	114,43	2	175	C-13	114,43	114,43	114,43	C-14				Reserva
				C-15				C-16				Reserva
				C-17				C-18				Reserva
				Corriente 3PH								
				1820,11				1736,74				
				1736,74				1736,74				
				5%				Asimetría				

Tablero: Centro de Distribución de Potencia 2				Código: CDP02				Ubicación: Cuarto Eléctrico				
Alimentador : 3PH 1x(300 AWG) + N 2 AWG + T 4 AWG				Carga Instalada: 64,15 kVA				Protección Principal: 250 A				
Tipo: Tipo CDP 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 178,06 A				
Proviene de: Acometida 75kVA				Ampacidad barra: 300 A				Corriente Car. Monofásica: 112,93 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	circuito	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
TA-A-ST	25,54	6	90	C-1	53,58	53,58	53,58	C-2	90	6	28,04	TA-A-PB
				C-3				C-4				
TA-B-ST	14,85	6	90	C-5			42,89	C-6				
				C-7	69,66			C-8				
TA-C-ST	45,28	2	90	C-9		100,09		C-10	90	6	54,81	TA-B-PB
				C-11				C-12				
TA-D-ST	13,48	4	125	C-13	50,52	18,72		C-14	90	6	5,24	TA-C-PB
				C-15				C-16				
TA-B-P1		6	60	C-17			17,64	C-18	90	6	4,16	TA-D-PB
				C-19	4,16			C-20				
TA-A-P1		6	60	C-21		75,87		C-22	150	1/0	75,87	TA-E-PB
				C-23				C-24				
				C-25	0,00			C-26				
				C-27		0,00		C-28	60	6		TA-A-P2
Reserva				C-29			0,00	C-30				
Reserva				C-31	0,00			C-32				
Reserva				C-33		0,00		C-34	60	6		TA-ASC-1
Reserva				C-35			0,00	C-36				
Reserva				C-37	0,00			C-38				Reserva
Reserva				C-39		0,00		C-40				Reserva
Reserva				C-41			0,00	C-42				Reserva
				Corriente 3PH								
				177,92				248,26				
				248,26				236,49				
				40%				Asimetría				

ANEXO H2

TA-A-ST, TA-B-ST, TA-C-ST Y TA-D-ST

Tabla:		Código:		Ubicación:						
Tabla A Sótano		TA-A-ST		Zona de Laminadora e Impresora						
Alimentador: 2PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG		Carga Instalada: 7,36 kVA		Protección Principal: 90 A						
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T		Tensión: F-N 120V F-F 208V		Corriente Nominal: 20,43 A						
Proviene de: CDP02		Ampacidad barra: 100 A		Corriente Car. Mono-fásica: 11,26 A						
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Iluminación Zona laminación/impresión	12,88	12	20	C-1 27,30	27,30		C-2 30	10	14,42	Tomas Monofásicas 208V Laminación/impresión
Toma Monofásica 3	5,63	10	30	C-3 11,26			C-4 30	10	5,63	Toma Monofásica 1
Luces de emergencia	0,64	12	20	C-7	5,63		C-8 30	10	5,63	Toma Monofásica 2
Reserva				C-9			C-10			Reserva
Reserva				C-11			C-12			Reserva
				Corriente 3PH	38,56	32,93			15%	Asimetría
				Corriente Cargas 1PH	11,26	5,63			11,26	Max Corriente 1PH

Tabla:		Código:		Ubicación:						
Tabla B Sótano		TA-B-ST		Zona 1						
Alimentador: 2PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG		Carga Instalada: 4,23 kVA		Protección Principal: 90 A						
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T		Tensión: F-N 120V F-F 208V		Corriente Nominal: 11,88 A						
Proviene de: CDP02		Ampacidad barra: 100 A		Corriente Car. Mono-fásica: 7,5 A						
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Iluminación Zona 1	17,17	12	20	C-1 24,67		18,45	C-2 20	12	7,50	Tomas de usos generales 120V deposito Zona 1
Reserva				C-3			C-4 20	12	1,28	Luces de emergencia
Reserva				C-5			C-6			Reserva
Reserva				C-7			C-8			Reserva
Reserva				C-9			C-10			Reserva
Reserva				C-11			C-12			Reserva
				Corriente 3PH	24,67	18,45			25%	Asimetría
				Corriente Cargas 1PH	7,5	1,28			7,5	Max Corriente 1PH

Tabla:		Código:		Ubicación:							
Tabla C Sótano		TA-C-ST		Zona de extrusión							
Alimentador: 3PH 1x(2 AWG) + N 6 AWG + T 6 AWG		Carga Instalada: 13,05 kVA		Protección Principal: 175 A							
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T		Tensión: F-N 120V F-F 208V		Corriente Nominal: 36,23 A							
Proviene de: CDP02		Ampacidad barra: 100 A		Corriente Car. Mono-fásica: 9,38 A							
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
Iluminación Zona de tintas	3,43	12	20	C-1 8,63	8,63		C-2 20	12	5,2	Iluminación Accesos vehicular	
Iluminación Extrusión	18,19	10	30	C-3 27,57			C-4 30	10	9,38	Tomas de usos generales 120V Zona 1	
Tomas de usos generales 120V Extrusión/deposito de tintas	9,38	10	30	C-7 32,61			C-8 30	10	14,42	Tomas Monofásicas 208V Zona 1 arriba	
Tomas Monofásicas 208V Extrusión/deposito de tintas	4,81	10	30	C-11 16,42		16,42	C-12 30	10	11,61	Compactadora	
Luces de emergencia	0,64	12	20	C-13 12,25			C-14 30			Reserva	
Reserva				C-15 0,00		0,00	C-18 30			Reserva	
Reserva				C-17 0,00		0,00	C-19 30			Reserva	
Reserva				C-21 0,00		0,00	C-20 30			Reserva	
Reserva				C-23 0,00		0,00	C-22 30			Reserva	
				Corriente 3PH	57,66	44,68	43,99			24%	Asimetría
				Corriente Cargas 1PH	0	0,64	9,38			9,38	Max Corriente 1PH

Tabla:		Código:		Ubicación:						
Tabla D Sótano		TA-D-ST		Zona 1						
Alimentador: 2PH 1x(4 AWG) + N 6 AWG + T 6 AWG		Carga Instalada: 3,89 kVA		Protección Principal: 125 A						
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T		Tensión: F-N 120V F-F 208V		Corriente Nominal: 10,78 A						
Proviene de: CDP02		Ampacidad barra: 100 A		Corriente Car. Mono-fásica: 2,36 A						
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Iluminación baños	2,36	12	20	C-1 11,98			C-2 20	12	9,62	Tomas Monofásicas 208V Zona 1 abajo
Bombas de tanque principal	18,11	10	30	C-3 18,11			C-4 30			Reserva
Reserva				C-5			C-6			Reserva
Reserva				C-7			C-8			Reserva
Reserva				C-9			C-10			Reserva
Reserva				C-11			C-12			Reserva
				Corriente 3PH	30,09	27,73			8%	Asimetría
				Corriente Cargas 1PH	2,36	0			2,36	Max Corriente 1PH

ANEXO H3

TA-ST-01, TA-ST-02 Y TA-ST-03

Alimentador : 3PH 3x(300 AWG) + T 1/0 AWG				Carga Instalada: 340,4 kVA				Protección Principal: 700 A			
Tipo: Tipo NAB 60Hz 3PH + T				Tensión: F-F 380V				Corriente Nominal: 517,19 A			
Proviene de: CDP01				Ampacidad barra: 750 A				Corriente Car. Mono-fásica: 0 A			
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
Cortadora 2	17,6	12	20	297,21	297,21	297,21	C-1	300	400	Laminadora	
Impresora	242,45	350	250	242,45	242,45	242,45	C-7			Reserva	
Reserva				0,00	0,00	0,00	C-9			Reserva	
Reserva							C-11			Reserva	
Reserva							C-19			Reserva	
Reserva							C-21			Reserva	
Reserva							C-23			Reserva	
Corriente 3PH				539,66	539,66	539,66		0%		Asimetría	
Corriente Cargas 1PH				0	0	0		0		Max Corriente 1PH	

Tablero: Tablero Sótano 2				Código: TA-ST-02				Ubicación: Zona de Extrusión			
Alimentador : 3PH 2x(500 AWG) + N 1/0 AWG + T 1/0 AWG				Carga Instalada: 117,74 kVA				Protección Principal: 600 A			
Tipo: Tipo NAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 326,83 A			
Proviene de: CDP01				Ampacidad barra: 750 A				Corriente Car. Mono-fásica: 0 A			
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
Extrusora Zipper 1	81,58	4	125	329,46	329,46	329,46	C-1	250	350	Coextrusora 1	
Extrusora Zipper 2	81,58	4	125	304,84	304,84	304,84	C-7	225	300	Coextrusora 2	
Chiller 3	58,88	6	90	58,88	58,88	58,88	C-13	20	12	Bombas de suministro CH03	
Reserva				0,00	0,00	0,00	C-19			Reserva	
Reserva							C-21			Reserva	
Reserva							C-23			Reserva	
Corriente 3PH				693,18	693,18	693,18		0%		Asimetría	
Corriente Cargas 1PH				0	0	0		0		Max Corriente 1PH	

Tablero: Tablero Sótano 3				Código: TA-ST-03				Ubicación: Zona 1			
Alimentador : 3PH 1x(350 AWG) + N 6 AWG + T 4 AWG				Carga Instalada: 37,79 kVA				Protección Principal: 225 A			
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 104,9 A			
Proviene de: CDP01				Ampacidad barra: 300 A				Corriente Car. Mono-fásica: 5,14 A			
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
Compresor 1	127,17	2/0	175	150,10	150,10	150,10	C-1	20	12	Chiller 2	
Compresor 2	68,77	4	125	71,10	71,10	71,10	C-7	30	10	Cortacore 1	
Toma Monofásica secador	5,14	12	20	5,14			C-13			Reserva	
Reserva							C-15			Reserva	
Reserva							C-17			Reserva	
Corriente 3PH				226,94	221,2	221,2		2%		Asimetría	
Corriente Cargas 1PH				5,14	0	0		5,14		Max Corriente 1PH	

ANEXO H4

TA-A-PB, TA-B-PB, TA-C-PB Y TA-D-PB

Tablero: Tablero A Planta Baja				Código: TA-A-PB				Ubicación: Taller de Reparaciones				
Alimentador: 3PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG				Carga instalada: 8,08 kVA				Protección Principal: 90 A				
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 22,43 A				
Proviene de: CDPO2				Ampacidad barra: 100 A				Corriente Car. Monofásica: 10,02 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R	S	T	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
					Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]					
Iluminación cuarto eléctrico	4,3	12	20	C-1	8,98			C-2	20	12	4,68	Iluminación control de calidad
Tomas de usos generales taller	9,38	12	20	C-3		10,02		C-4	20	12	0,64	Luces de emergencia
Tomas de usos generales control de calidad	9,38	12	20	C-5			17,81	C-6	20	12	8,43	Iluminación Zona de tránsito
Tomas monofásicas 208V taller	14,42	10	30	C-7	22,85			C-8				Reserva
Reserva				C-9		14,42		C-10				Reserva
Reserva				C-11			0,00	C-12				Reserva
Reserva				C-13	0,00			C-14				Reserva
Reserva				C-15		0,00		C-16				Reserva
Reserva				C-17			0,00	C-18				Reserva
Corriente 3PH					31,83	24,44	17,81	44%		Asimetría		
Corriente Cargas 1PH					8,98	10,02	9,38	10,02		Max Corriente 1PH		

Tablero: Tablero B Plata Baja				Código: TA-B-PB				Ubicación: Zona de Maquinarias				
Alimentador: 3PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG				Carga instalada: 15,8 kVA				Protección Principal: 90 A				
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 43,85 A				
Proviene de: CDPO2				Ampacidad barra: 100 A				Corriente Car. Monofásica: 15,38 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R	S	T	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
					Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]					
Iluminación Zona máquinas. 1 (La mas lejana)	11,16	10	30	C-1	22,32			C-2	20	12	11,16	Iluminación Zona máquinas. 2
				C-3		22,32		C-4	20	12		
Iluminación Zona máquinas. 3	14,59	10	30	C-5			30,90	C-6	30	10	16,31	Iluminación Zona máquinas. 4 (mas cercana)
				C-7	30,90			C-8				
Iluminación Zona de tránsito PB	9,44	12	20	C-9		14,25		C-10	20	12	4,81	Tomas monofásicas 208V zona de maquinas
Luces de emergencia	7,88	12	20	C-11			14,25	C-12	20	12	7,5	Tomas de usos generales zona de maquinas 1
Tomas de usos generales zona de maquinas 2	7,5	12	20	C-13	15,38			C-14	20	12	5,6	Tomas de usos generales zona de maquinas 3
				C-15		13,13		C-16	30	10		
Reserva				C-17			0,00	C-18				Reserva
Reserva				C-19	0,00			C-20				Reserva
Reserva				C-21			0,00	C-22				Reserva
Reserva				C-23			0,00	C-24				Reserva
Corriente 3PH					58,60	49,7	45,15	34%		Asimetría		
Corriente Cargas 1PH					15,38	13,13	0	15,38		Max Corriente 1PH		

Tablero: Tablero C Planta Baja				Código: TA-C-PB				Ubicación: Zona de Maquinarias				
Alimentador: 2PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG				Carga instalada: 1,51 kVA				Protección Principal: 90 A				
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 4,19 A				
Proviene de: CDPO2				Ampacidad barra: 100 A				Corriente Car. Monofásica: 7,38 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R	S	T	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
					Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]					
Iluminación baño de damas	4,92	12	20	C-1	5,73			C-2	20	12	0,81	Iluminación cuarto de limpieza
Iluminación baño oficina	2,46	12	20	C-3		7,38		C-4	20	12	4,92	Iluminación Baño caballeros
Reserva				C-5	0,00			C-6				Reserva
Reserva				C-7		0,00		C-8				Reserva
Corriente 3PH					5,73	7,38		22%		Asimetría		
Corriente Cargas 1PH					5,73	7,38		7,380		Max Corriente 1PH		

Tablero: Tablero D Planta Baja				Código: TA-D-PB				Ubicación: Comedor				
Alimentador: 2PH 1x(6 AWG) + N 6 AWG + T 8 AWG				Carga instalada: 1,2 kVA				Protección Principal: 90 A				
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 3,33 A				
Proviene de: CDPO2				Ampacidad barra: 100 A				Corriente Car. Monofásica: 10,42 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	circuito	R	S	T	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada	
					Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]	Corriente por fase [A]					
Iluminación Comedor	10,42	12	20	C-1	10,42			C-2			Reserva	
Luces de emergencia	0,21	12	20	C-3			0,21	C-4			Reserva	
Reserva				C-5	0,00			C-6			Reserva	
Reserva				C-7			0,00	C-8			Reserva	
Corriente 3PH					10,42		0,21	98%		Asimetría		
Corriente Cargas 1PH					10,42		0,21	10,42		Max Corriente 1PH		

ANEXO H5

TA-E-PB, TA-PB-01 Y TA-PB-02

Tablero: Tablero F Planta Baja				Código: TA-E-PB				Ubicación: Oficinas			
Alimentador: 2PH 1x(1/0 AWG) + N 6 AWG + T 6 AWG				Carga Instalada: 21,87 kVA				Protección Principal: 150 A			
Tipo: Tipo residencial 60Hz 2PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 60,7 A			
Proviene de: CDPO2				Amplacidad barra: 150 A				Corriente Car. Monofásica: 51,3 A			
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	Circuito	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Circuito	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Iluminación Oficinas	11,46	12	20	C-1	20,05	27,70	C-2	20	12	8,59	Iluminación depósito
Cargas A/C ofc	13,85	12	20	C-3	27,70	14,38	C-4	20	12	13,85	Cargas A/C ofc2
Cargas A/C depósito	13,85	12	20	C-5	32,60	0,00	C-6	20	12	0,43	Luces de emergencia
Tomas Circuito 1 (Café break)	25,00	10	30	C-7	50,00	0,00	C-8	30	10	18,75	Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)
Tomas Circuito 5 (Deposito)	12,5	12	20	C-9	31,25	0,00	C-10	30	10	18,75	Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)
Reserva				C-11	0,00	0,00	C-12	30	10	15,75	Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)
Reserva				C-13	0,00	0,00	C-14	30	10	15,75	Reserva
Reserva				C-15	0,00	0,00	C-16				Reserva
Reserva				C-17	0,00	0,00	C-18				Reserva
					Corriente 3PH	111,60	91,98			18%	Asimetría
					Corriente Cargas 1PH	51,30	50,43			51,3	Max Corriente 1PH

Tablero: Tablero Planta Baja 1				Código: TA-PB-01				Ubicación: Zona de Maquinarias				
Alimentador: 3PH 1x(2 AWG) + N 6 AWG + T 6 AWG				Carga Instalada: 32,98 kVA				Protección Principal: 175 A				
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 91,54 A				
Proviene de: CDPO1				Amplacidad barra: 300 A				Corriente Car. Monofásica: 0 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	Circuito	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Circuito	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Selladora 1	14,31	10	30	C-1	28,80	28,80	28,80	C-2	20	12	14,49	Selladora de mordaza 1
Selladora 2	14,31	10	30	C-3	28,80	28,80	28,80	C-4	20	12	14,49	Selladora de mordaza 2
Selladora 3	14,31	10	30	C-5	28,80	28,80	28,80	C-6	20	12	14,49	Selladora de mordaza 3
Selladora 4	14,31	12	20	C-7	28,80	28,80	28,80	C-8	20	12	14,49	Selladora de mordaza 4
Selladora 5	14,31	12	20	C-9	28,80	28,80	28,80	C-10	20	12	14,49	Selladora Ancha 12
Selladora 6	14,31	12	20	C-11	28,80	28,80	28,80	C-12	20	12	14,49	Selladora Ancha 13
Selladora 7	14,31	12	20	C-13	46,48	46,48	46,48	C-14	35	10	32,17	Reserva
Selladora 8	14,31	12	20	C-15	46,48	46,48	46,48	C-16	35	10	32,17	Reserva
Selladora 9	14,31	12	20	C-17	46,48	46,48	46,48	C-18	35	10	32,17	Reserva
Selladora Ancha 10	23,69	10	30	C-19	23,69	23,69	23,69	C-20	30	10	14,31	Reserva
				C-21	23,69	23,69	23,69	C-22	30	10	14,31	Reserva
				C-23	23,69	23,69	23,69	C-24	30	10	14,31	Reserva
				C-25	23,69	23,69	23,69	C-26	30	10	14,31	Reserva
				C-27	23,69	23,69	23,69	C-28	30	10	14,31	Reserva
				C-29	23,69	23,69	23,69	C-30	30	10	14,31	Reserva
				C-31	23,69	23,69	23,69	C-32	30	10	14,31	Reserva
				C-33	23,69	23,69	23,69	C-34	30	10	14,31	Reserva
				C-35	23,69	23,69	23,69	C-36	30	10	14,31	Reserva
				C-37	23,69	23,69	23,69	C-38	30	10	14,31	Reserva
				C-39	23,69	23,69	23,69	C-40	30	10	14,31	Reserva
				C-41	23,69	23,69	23,69	C-42	30	10	14,31	Reserva
					Corriente 3PH	231,85	231,85	199,68			14%	Asimetría
					Corriente Cargas 1PH	0	0	0			0	Max Corriente 1PH

Tablero: Tablero Planta Baja 2				Código: TA-PB-02				Ubicación: Zona de Maquinarias				
Alimentador: 3PH 1x(2 AWG) + N 6 AWG + T 6 AWG				Carga Instalada: 24,03 kVA				Protección Principal: 175 A				
Tipo: Tipo NLAB 60Hz 3PH + N + T				Tensión: F-N 120V F-F 208V				Corriente Nominal: 66,7 A				
Proviene de: CDPO1				Amplacidad barra: 150 A				Corriente Car. Monofásica: 0 A				
Carga Conectada	Ic carga + 25% [A]	Calibre del conductor	Protección [A]	Circuito	R Corriente por fase [A]	S Corriente por fase [A]	T Corriente por fase [A]	Circuito	Protección [A]	Calibre del conductor	Ic carga + 25% [A]	Carga Conectada
Selladora 11	24,33	10	30	C-1	83,21	83,21	83,21	C-2	90	6	58,88	Chiller 1
Selladora Zipper 1	13,73	12	20	C-3	17,67	17,67	17,67	C-4	20	12	3,94	Bombas
Selladora de conos	22,24	12	20	C-5	37,55	37,55	37,55	C-6	20	12	15,31	Cortadora 1
Dobladora 1	3,39	12	20	C-7	3,39	3,39	3,39	C-8				Reserva
Dobladora 2	3,39	12	20	C-9	3,39	3,39	3,39	C-10				Reserva
Reserva				C-11	0,00	0,00	0,00	C-12				Reserva
Reserva				C-13	0,00	0,00	0,00	C-14				Reserva
Reserva				C-15	0,00	0,00	0,00	C-16				Reserva
Reserva				C-17	0,00	0,00	0,00	C-18				Reserva
Reserva				C-19	0,00	0,00	0,00	C-20				Reserva
Reserva				C-21	0,00	0,00	0,00	C-22				Reserva
Reserva				C-23	0,00	0,00	0,00	C-24				Reserva
Reserva				C-25	0,00	0,00	0,00	C-26				Reserva
Reserva				C-27	0,00	0,00	0,00	C-28				Reserva
Reserva				C-29	0,00	0,00	0,00	C-30				Reserva
Reserva				C-31	0,00	0,00	0,00	C-32				Reserva
Reserva				C-33	0,00	0,00	0,00	C-34				Reserva
Reserva				C-35	0,00	0,00	0,00	C-36				Reserva
					Corriente 3PH	145,21	141,82	141,82			2%	Asimetría
					Corriente Cargas 1PH	0	0	0			0	Max Corriente 1PH

ANEXO I. DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS UTILIZADOS

ANEXO II

DATOS DEL MULTÍMETRO UNI-T 202A

■ PANTONE 1797 C ■ PANTONE 426U

UNI-T®

UT200 SERIES
400-600A Digital Clamp Meters
 UT201 / UT202 / UT202A



UL61010-1
 EN61010-1
 EN61010-2-032
 EN61010-2-033
 EN61326-1



■ UT201



■ UT202



■ UT202A

SPECIFICATIONS

Specifications	Range	Best Accuracy		
		UT201	UT202	UT202A
Model				
AC Current(A)	2A/20A/200A/400A 20A/200A/600A	±(1%+9)	±(1%+9)	±(1.5%+5)
AC Voltage(V)	2V/20V/200V/600V	±(1.2%+5)	±(1.2%+5)	±(1.2%+5)
DC Voltage(V)	200mV/2V/20V/200V/600V	±(0.8%+1)	±(0.8%+1)	±(0.8%+1)
Resistance(Ω)	200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/ 2MΩ/20MΩ	±(1%+2)	±(1%+2)	±(1%+2)
Temperature (°C)	-40°C~1000°C		±(1%+7)	
Temperature (°F)	-40°F~1832°F		±(1%+8)	
Features				
Display Count		2000	2000	2000
Auto Range		✓	✓	
Manual Range				✓
Jaw Capacity		28mm	28mm	28mm
Diode		✓	✓	✓
Auto Power Off		✓	✓	
Continuity Buzzer		✓	✓	✓
Low Battery Indication		✓	✓	✓
Data Hold		✓	✓	✓
MAX Mode		✓	✓	✓
MIN Mode				✓
Full Icon Display		✓	✓	
Input Impedance for DCV	Around 10MΩ	✓	✓	✓

GENERAL CHARACTERISTICS

Power	UT201/UT202-1.5V Batteries(R03) × 2,UT202A-9V Battery(6F22)
LCD Size	35.6mm × 18mm
Product Color	Red and Grey
Product Net Weight	220 g
Product Size	210mm × 75.6mm × 30mm
Standard Accessories	UT201/UT202A-Batteries, Test Lead
	UT202-Battery, Test Lead,Point Contact Temperature Probe
Standard Individual Packing	Gift Box, Carrying Bag,English Manual
Standard Quantity Per Carton	48 PCs
Standard Carton Measurement	503mm × 485mm × 295mm (0.072 CBM Per Standard Carton)
Standard Carton Gross Weight	24.8 Kg

ANEXO J. RESULTADOS DE CIRCUITOS RAMALES

CÁLCULOS PARACIRCUITOS RAMALES AUXILIARES DE PB

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
Iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)	11,16	35,00	36,75	1,19	109,89	1,88	10,38	5,75
Iluminación Zona máquinas. 2	11,16	25,00	26,25	1,81	132,84	1,55	6,53	4,75
Iluminación Zona máquinas. 3	14,59	35,00	36,75	0,98	84,60	2,44	10,38	7,46
Iluminación Zona máquinas. 4 (más cercana)	16,31	35,00	36,75	0,86	71,25	2,90	10,38	8,87
Iluminación Zona de tránsito PB	9,44	25,00	26,25	1,67	138,68	1,49	6,53	4,55
Iluminación Comedor	10,42	25,00	26,25	0,44	199,98	0,60	6,53	1,83
Iluminación Zona de tránsito	8,43	25,00	26,25	0,73	97,04	2,12	6,53	6,48
Iluminación Baño caballeros	4,92	25,00	26,25	0,08	130,95	0,92	6,53	2,80
Iluminación baño de damas	4,92	25,00	26,25	0,26	157,28	0,76	6,53	2,33
Iluminación baño oficina	2,46	25,00	26,25	0,51	202,46	0,59	6,53	1,81
Iluminación control de calidad	4,68	25,00	26,25	0,38	76,23	1,55	6,53	4,75
Iluminación taller	2,58	25,00	26,25	0,11	102,73	2,00	6,53	6,12
Iluminación cuarto eléctrico	1,72	25,00	26,25	0,15	129,00	1,59	6,53	4,88
tomas de usos generales zona de máquinas 1	7,50	25,00	26,25	1,14	186,52	0,64	6,53	1,96
tomas de usos generales zona de máquinas 2	7,50	25,00	26,25	1,92	59,22	2,01	6,53	6,16
tomas de usos generales zona de máquinas 3	5,63	35,00	36,75	1,40	222,99	0,54	10,38	1,64
tomas monofásicas 208V zona de máquinas	4,81	25,00	26,25	0,87	267,75	0,77	6,53	2,36
tomas de usos generales control de calidad	9,38	25,00	26,25	1,61	102,20	1,16	6,53	3,55
tomas de usos generales taller	9,38	25,00	26,25	0,53	66,23	1,79	6,53	5,47
tomas monofásicas 208V taller	14,42	35,00	36,75	0,30	60,73	3,38	10,38	10,35
Iluminación cuarto de limpieza	0,81	25,00	26,25	0,02	140,13	0,86	6,53	2,62

CÁLCULOS PARA CIRCUITOS RAMALES DEL ÁREA DE OFICINAS

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
Tomas Circuito 1 (Café break)	25,00	35,00	36,75	1,18	59,46	1,93	10,38	5,90
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	25,00	35,00	36,75	1,64	66,09	1,74	10,38	5,32
Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)	18,75	35,00	36,75	1,66	64,92	1,77	10,38	5,41
Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)	18,75	35,00	36,75	1,99	92,15	1,25	10,38	3,84
Tomas Circuito 5 (Deposito)	12,50	25,00	26,25	1,84	93,27	1,24	6,53	3,79
Iluminación Oficinas	11,46	25,00	26,25	1,36	61,09	1,87	6,53	5,73
Iluminación deposito	8,59	25,00	26,25	1,13	112,48	1,03	6,53	3,15
Cargas A/C ofc	13,85	25,00	26,25	0,64	97,91	2,04	6,53	6,26
Cargas A/C ofc2	13,85	25,00	26,25	0,86	107,76	1,86	6,53	5,70
Cargas A/C deposito	13,85	25,00	26,25	0,77	98,96	2,02	6,53	6,19
Iluminación de emergencia	0,42	25,00	26,25	0,03	61,85	1,85	6,53	5,66

CÁLCULOS PARA CIRCUITOS RAMALES DE ILUMINACIÓN EN SÓTANO.

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
Iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)	12,88	25,00	26,25	0,78	104,88	1,97	6,53	6,03
Iluminación Zona máquinas. 2	17,17	25,00	26,25	1,41	120,65	1,72	6,53	5,25
Iluminación Zona máquinas. 3	18,19	35,00	36,75	1,46	121,97	1,68	10,38	5,14
Iluminación Zona máquinas. 4 (más cercana)	5,20	25,00	26,25	0,97	256,57	0,80	6,53	2,45
Iluminación Zona de tránsito PB	3,43	25,00	26,25	0,85	351,14	0,59	6,53	1,80
Iluminación Comedor	2,36	25,00	26,25	0,23	138,11	0,86	6,53	2,64
Iluminación Zona de tránsito	16,88	35,00	36,75	1,27	69,89	1,71	10,38	5,25
Iluminación Baño caballeros	14,42	35,00	36,75	1,36	70,27	2,95	10,38	9,04
Iluminación baño de damas	9,38	35,00	36,75	1,43	96,33	1,23	10,38	3,75
Iluminación baño oficina	7,50	25,00	26,25	0,37	91,06	1,32	6,53	4,02
Iluminación baño oficina	14,42	35,00	36,75	1,24	96,33	2,12	10,38	6,50
Iluminación baño oficina	9,62	25,00	26,25	1,49	200,28	1,03	6,53	3,15
Iluminación baño oficina	9,38	35,00	36,75	1,31	59,66	2,00	10,38	6,11
Iluminación baño oficina	4,81	35,00	36,75	0,03	63,15	3,26	10,38	9,98

CÁLCULOS PARA CIRCUITOS RAMALES DE FUERZA

Identificación	Corriente demanda por la carga [A]	Capacidad de conducción de corriente a 30° [A]	Criterio de Capacidad de Corriente por el conductor [A]	Criterio de Caída de Tensión %	Impedancia equivalente [mΩ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre asociado [kcmil]	Calibre mínimo calculado del conductor [kcmil]
Selladora 1	11,45	50,00	52,50	1,30	143,10	1,44	10,38	4,42
Selladora 2	11,45	50,00	52,50	1,21	134,91	1,53	10,38	4,68
Selladora 3	11,45	50,00	52,50	1,11	125,16	1,65	10,38	5,04
Selladora 4	11,45	35,00	36,75	1,71	183,64	1,13	6,53	3,44
Selladora 5	11,45	35,00	36,75	1,55	168,33	1,23	6,53	3,75
Selladora 6	11,45	35,00	36,75	1,39	152,81	1,35	6,53	4,13
Selladora 7	11,45	35,00	36,75	1,23	137,72	1,50	6,53	4,58
Selladora 8	11,45	35,00	36,75	1,08	123,17	1,67	6,53	5,12
Selladora 9	11,45	35,00	36,75	1,20	134,47	1,53	6,53	4,69
Selladora ancha 10	18,95	50,00	52,50	1,43	112,81	1,83	10,38	5,59
Selladora 11	19,46	50,00	52,50	1,11	105,86	1,95	10,38	5,96
Selladora ancha 12	25,74	50,00	52,50	1,80	93,61	2,20	10,38	6,73
Selladora ancha 13	25,74	50,00	52,50	1,97	100,86	2,04	10,38	6,25
Selladora Zipper 1	10,99	35,00	36,75	1,14	162,87	1,27	6,53	3,88
Selladora de conos	17,79	35,00	36,75	1,38	132,77	1,55	6,53	4,75
Selladora de mordaza 1	11,59	35,00	36,75	1,54	182,13	1,13	6,53	3,47
Selladora de mordaza 2	11,59	35,00	36,75	1,67	195,37	1,06	6,53	3,24
Selladora de mordaza 3	11,59	35,00	36,75	1,80	209,71	0,99	6,53	3,02
Selladora de mordaza 4	11,59	35,00	36,75	1,94	223,99	0,92	6,53	2,83
Dobladora 1	2,71	35,00	36,75	0,35	183,28	1,13	6,53	3,45
Dobladora 2	2,71	35,00	36,75	0,40	204,46	1,01	6,53	3,09
Cortadora 1	12,25	35,00	36,75	1,34	180,82	1,14	6,53	3,49
Cortadora 2	14,08	35,00	36,75	1,13	185,14	1,86	6,53	5,68
Extrusora Zipper 1	65,26	125,00	131,25	1,24	31,40	6,19	41,74	18,95
Extrusora Zipper 2	65,26	125,00	131,25	1,38	33,81	5,77	41,74	17,65
Coextrusora 1	198,30	256,75	269,59	0,67	15,05	13,68	350,00	63,92
Coextrusora 2	178,61	227,50	238,88	0,79	16,16	12,68	300,00	59,24
Chiller 1	47,10	95,00	99,75	1,52	80,50	2,57	26,24	7,86
Chiller 2	18,34	35,00	36,75	1,86	167,73	1,20	6,53	3,68
Chiller 3	47,10	95,00	99,75	0,48	22,59	8,42	26,24	25,76
Bombas	3,15	35,00	36,75	0,41	213,04	0,97	6,53	2,97
Compresor 1	101,74	172,25	180,86	0,31	27,94	7,41	133,10	22,69
Cortacore 1	1,86	50,00	52,50	0,08	87,86	2,26	10,38	6,91
Laminadora	223,69	276,25	290,06	0,39	30,06	12,32	400,00	57,53
Impresora	193,96	256,75	269,59	0,48	31,44	11,61	350,00	54,23
Compactadora	9,29	50,00	52,50	1,34	255,90	0,80	10,38	2,46
Compresor 2	55,02	125,00	131,25	0,48	34,74	5,78	41,74	17,70
Bombas de tanque principal	14,49	50,00	52,50	0,43	116,74	1,77	10,38	5,42

CONDUCTORES SELECCIONADOS PARA CIRCUITOS RAMALES DE FUERZA

Circuito ramal	Tensión Nominal [V]	Potencia [kVA]	Distancia del circuito Ramal [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
Selladora 1	208,00	2,38	31,81	10	Cobre
Selladora 2	208,00	2,38	29,71	10	Cobre
Selladora 3	208,00	2,38	27,21	10	Cobre
Selladora 4	208,00	2,38	24,98	12	Cobre
Selladora 5	208,00	2,38	22,66	12	Cobre
Selladora 6	208,00	2,38	20,30	12	Cobre
Selladora 7	208,00	2,38	18,01	12	Cobre
Selladora 8	208,00	2,38	15,81	12	Cobre
Selladora 9	208,00	2,38	17,52	12	Cobre
Selladora ancha 10	208,00	6,83	24,04	10	Cobre
Selladora 11	208,00	7,01	18,02	10	Cobre
Selladora ancha 12	208,00	5,35	19,12	10	Cobre
Selladora ancha 13	208,00	5,35	20,98	10	Cobre
Selladora Zipper 1	208,00	3,96	19,34	12	Cobre
Selladora de conos	208,00	6,41	14,77	12	Cobre
Selladora de mordaza 1	208,00	4,18	24,75	12	Cobre
Selladora de mordaza 2	208,00	4,18	26,75	12	Cobre
Selladora de mordaza 3	208,00	4,18	28,93	12	Cobre
Selladora de mordaza 4	208,00	4,18	31,09	12	Cobre
Dobladora 1	208,00	0,56	22,44	12	Cobre
Dobladora 2	208,00	0,56	25,65	12	Cobre
Cortadora 1	208,00	4,41	22,06	12	Cobre
Cortadora 2	380,00	9,27	26,94	12	Cobre
Extrusora Zipper 1	208,00	23,51	22,05	4	Cobre
Extrusora Zipper 2	208,00	23,51	24,43	4	Cobre
Coextrusora 1	208,00	71,44	17,11	350	Aluminio
Coextrusora 2	208,00	64,35	19,78	300	Aluminio
Chiller 1	208,00	16,97	27,37	6	Cobre
Chiller 2	208,00	6,61	22,52	12	Cobre
Chiller 3	208,00	16,97	8,64	6	Cobre
Bombas	208,00	1,14	26,95	12	Cobre
Compresor 1	208,00	36,65	10,14	2/0	Cobre
Cortacore 1	208,00	0,67	17,38	10	Cobre
Laminadora	380,00	147,23	17,25	400	Aluminio
Impresora	380,00	127,66	22,88	350	Aluminio
Compactadora	208,00	3,35	52,89	10	Cobre
Compresor 2	208,00	19,82	11,27	4	Cobre
Bombas de tanque principal	208,00	3,01	8,53	10	Cobre

CONDUCTORES SELECCIONADOS PARA ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DE PB

Circuito ramal	Tensión Nominal [V]	Potencia [kVA]	Distancia del circuito Ramal de la primera salida [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
Iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)	208,00	1,86	16,60	10	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 2	208,00	1,86	13,33	12	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 3	208,00	2,43	10,07	10	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 4 (más cercana)	208,00	2,71	6,62	10	Cobre
Iluminación Zona de tránsito PB	208,00	1,57	14,22	12	Cobre
Iluminación Comedor	120,00	1,00	3,83	12	Cobre
Iluminación Zona de tránsito	208,00	1,40	9,71	12	Cobre
Iluminación Baño caballeros	120,00	0,47	0,82	12	Cobre
Iluminación baño de damas	120,00	0,47	4,85	12	Cobre
Iluminación baño oficina	120,00	0,24	11,74	12	Cobre
Iluminación control de calidad	120,00	0,45	6,53	12	Cobre
Iluminación taller	208,00	0,43	10,58	12	Cobre
Iluminación cuarto eléctrico	208,00	0,29	14,58	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 1	120,00	0,72	21,49	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 2	120,00	0,72	2,07	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 3	120,00	0,54	45,63	10	Cobre
Tomas monofásicas 208V zona de máquinas	208,00	0,80	33,80	12	Cobre
Tomas de usos generales control de calidad	120,00	0,90	10,50	12	Cobre
Tomas de usos generales taller	120,00	0,90	5,00	12	Cobre
Tomas monofásicas 208V taller	208,00	2,40	7,00	10	Cobre
Iluminación del cuarto de limpieza	120,00	0,08	2,23	12	Cobre

CONDUCTORES SELECCIONADOS PARA EL ÁREA DE OFICINAS

Circuito ramal	Tensión Nominal [V]	Potencia [kVA]	Distancia del circuito Ramal de la primera salida [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
Tomas Circuito 1 (Café break)	120,00	2,40	8,87	10	Cobre
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	120,00	2,40	10,62	10	Cobre
Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)	120,00	1,80	10,32	10	Cobre
Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)	120,00	1,80	17,43	10	Cobre
Tomas Circuito 5 (Deposito)	120,00	1,20	10,52	12	Cobre
Iluminación Oficinas	120,00	1,10	5,53	12	Cobre
Iluminación deposito	120,00	0,83	13,46	12	Cobre
Cargas A/C ofc	208,00	2,31	11,23	12	Cobre
Cargas A/C ofc2	208,00	2,31	12,74	12	Cobre
Cargas A/C deposito	208,00	2,31	11,39	12	Cobre
Iluminación de emergencia	120,00	0,04	5,65	12	Cobre

CONDUCTORES SELECCIONADOS PARA ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DEL SÓTANO

Circuito ramal	Tensión Nominal [V]	Potencia [kVA]	Distancia del circuito Ramal de la primera salida [m]	Tamaño asignado del conductor AWG o kcmil	Material del conductor
Iluminación Zona laminación/impresión	208,00	2,14	6,30	12	Cobre
Iluminación Zona 1	208,00	2,86	6,13	12	Cobre
Iluminación Extrusión	208,00	3,03	18,41	10	Cobre
Iluminación Accesos vehicular	208,00	0,86	31,42	12	Cobre
Iluminación Zona de tintas	208,00	0,57	45,77	12	Cobre
Iluminación baños	120,00	0,23	8,34	12	Cobre
Tomas de usos generales 120V Laminación/impresión	120,00	1,62	1,56	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Laminación/impresión	208,00	2,40	1,66	10	Cobre
Tomas de usos generales 120V Zona 1	120,00	0,90	11,74	10	Cobre
Tomas de usos generales 120V deposito Zona 1	120,00	0,72	1,60	12	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 arriba	208,00	2,40	11,74	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 abajo	208,00	1,60	17,83	12	Cobre
Tomas de usos generales 120V Extrusión/depósito de tintas	120,00	0,90	2,06	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Extrusión/depósito de tintas	208,00	0,80	3,00	10	Cobre

ANEXO K. PROTECCIONES ELECTRICAS

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA LAS ACOMETIDAS

Tablero	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Corriente de ajuste [A]	Corriente de cortocircuito [kA]	Numero de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
CDP01	2000,00	1800	68	3	240	C
CDP02	250,00	230	22	3	240	C

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA LAS ALIMENTADORES

Tablero	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Corriente de ajuste [A]	Corriente de cortocircuito [kA]	Numero de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
TA-PB-01	175,00	-	50	3	240	C
TA-PB-02	175,00	-	50	3	240	C
TA-ST-01	700,00	654,00	10	3	480	C
TA-ST-02	600,00	-	50	3	240	C
TA-ST-03	225,00	-	50	3	240	C
TA-A-ST	90,00	-	14	2	240	C
TA-B-ST	90,00	-	14	2	240	C
TA-C-ST	90,00	-	14	3	240	C
TA-D-ST	125,00	-	14	2	240	C
TA-A-PB	90,00	-	14	3	240	C
TA-B-PB	90,00	-	14	3	240	C
TA-C-PB	90,00	-	14	2	240	C
TA-D-PB	90,00	-	14	3	240	C
TA-E-PB	150,00	-	14	2	240	C

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA LOS CIRCUITOS RAMALES DE FUERZA

Carga	Corriente de la carga + 25% [A]	Ampacidad del conductor con factores [A]	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Capacidad mínima de cortocircuito de la protección termomagnética [kA]	Numero de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
Selladora 1	14,31	52,50	30	10	2	240	C
Selladora 2	14,31	52,50	30	10	2	240	C
Selladora 3	14,31	52,50	30	10	2	240	C
Selladora 4	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora 5	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora 6	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora 7	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora 8	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora 9	14,31	36,75	20	10	2	240	C
Selladora ancha 10	23,69	52,50	30	10	3	240	C
Selladora 11	24,33	52,50	30	10	3	240	C
Selladora ancha 12	32,17	52,50	35	10	2	240	C
Selladora ancha 13	32,17	52,50	35	10	2	240	C
Selladora Zipper 1	13,73	36,75	20	10	3	240	C
Selladora de conos	22,24	36,75	20	10	3	240	C
Selladora de mordaza 1	14,49	36,75	20	10	3	240	C
Selladora de mordaza 2	14,49	36,75	20	10	3	240	C
Selladora de mordaza 3	14,49	36,75	20	10	3	240	C
Selladora de mordaza 4	14,49	36,75	20	10	3	240	C
Dobladora 1	3,39	36,75	20	10	2	240	C
Dobladora 2	3,39	36,75	20	10	2	240	C
Cortadora 1	15,31	36,75	20	10	3	240	C
Cortadora 2	17,60	36,75	20	10	3	480	C
Extrusora Zipper 1	81,58	131,25	125	10	3	240	C
Extrusora Zipper 2	81,58	131,25	125	10	3	240	C
Coextrusora 1	247,88	269,59	250	10	3	240	C
Coextrusora 2	223,26	238,88	225	10	3	240	C
Chiller 1	58,88	99,75	90	10	3	240	C
Chiller 2	22,93	36,75	20	10	3	240	C
Chiller 3	58,88	99,75	90	10	3	240	C
Bombas	3,94	36,75	20	10	3	240	C
Compresor 1	127,17	180,86	175	10	3	240	B
Cortacore 1	2,33	52,50	30	10	3	240	C
Laminadora	279,61	290,06	300 (285)	10	3	480	C
Impresora	242,45	269,59	250	10	3	480	C
Compactadora	11,61	52,50	30	10	3	240	C
Compresor 2	68,77	131,25	125	10	3	240	C
Bombas de tanque principal	18,11	52,50	30	10	2	240	C

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA CIRCUITOS RAMALES DE PB

Carga	Corriente de la carga + 25% [A]	Ampacidad del conductor con factores [A]	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Capacidad mínima de cortocircuito de la protección termomagnética [kA]	Numero de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
Iluminación Zona laminación/impresión	12,88	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Zona 1	17,17	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Extrusión	18,19	36,75	30	10	2	240	C
Iluminación Accesos vehicular	5,20	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Zona de tintas	3,43	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación baños	2,36	26,25	20	10	1	120	C
Tomas de usos generales 120V Laminación/impresión	16,88	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Monofásicas 208V Laminación/impresión	14,42	36,75	30	10	2	240	C
Tomas de usos generales 120V Zona 1	9,38	36,75	30	10	1	120	C
Tomas de usos generales 120V deposito Zona 1	7,50	26,25	20	10	1	120	C
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 arriba	14,42	36,75	30	10	2	240	C
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 abajo	9,62	26,25	20	10	2	240	C
Tomas de usos generales 120V Extrusión/ depósito de tintas	9,38	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Monofásicas 208V Extrusión/depósito de tintas	4,81	36,75	30	10	2	240	C

PROTECCIÓN SELECCIONADA PARA EL ALIMENTADOR DEL TRANSFORMADOR TX02

Equipo	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Corriente de ajuste [A]	Corriente de cortocircuito [kA]	Numero de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
TX02	1200,00	-	50	3	480	C

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA CIRCUITOS RAMALES DEL SÓTANO

Carga	Corriente de la carga + 25% [A]	Ampacidad del conductor con factores [A]	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Capacidad mínima de cortocircuito de la protección termomagnética [kA]	Número de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
Iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)	11,16	36,75	30	10	2	240	C
Iluminación Zona máquinas. 2	11,16	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Zona máquinas. 3	14,59	36,75	30	10	2	240	C
Iluminación Zona máquinas. 4 (más cercana)	16,31	36,75	30	10	2	240	C
Iluminación Zona de tránsito PB	9,44	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Comedor	10,42	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación Zona de tránsito	8,43	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación Baño caballeros	4,92	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación baño de damas	4,92	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación baño oficina	2,46	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación control de calidad	4,68	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación taller	2,58	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación cuarto eléctrico	1,72	26,25	20	10	2	240	C
tomas de usos generales zona de máquinas 1	7,50	26,25	20	10	1	120	C
tomas de usos generales zona de máquinas 2	7,50	26,25	20	10	1	120	C
tomas de usos generales zona de máquinas 3	5,63	36,75	30	10	1	120	C
tomas monofásicas 208V zona de maquinas	4,81	26,25	20	10	2	240	C
tomas de usos generales control de calidad	9,38	26,25	20	10	1	120	C
tomas de usos generales taller	9,38	26,25	20	10	1	120	C
tomas monofásicas 208V taller	14,42	36,75	30	10	2	240	C
Iluminación cuarto de limpieza	0,81	26,25	20	10	1	120	C

PROTECCIONES SELECCIONADAS PARA CIRCUITOS RAMALES DEL ÁREA DE OFICINAS

Carga	Corriente de la carga + 25% [A]	Ampacidad del conductor con factores [A]	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Capacidad mínima de cortocircuito de la protección termomagnética [kA]	Número de polos	Tensión nominal [V]	Tipo de curva
Tomas Circuito 1 (Café break)	25,00	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	25,00	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)	18,75	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)	18,75	36,75	30	10	1	120	C
Tomas Circuito 5 (Deposito)	12,50	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación Oficinas	11,46	26,25	20	10	1	120	C
Iluminación deposito	8,59	26,25	20	10	1	120	C
Cargas A/C ofc	13,85	26,25	20	10	2	240	C
Cargas A/C ofc2	13,85	26,25	20	10	2	240	C
Cargas A/C deposito	13,85	26,25	20	10	2	240	C
Iluminación de emergencia	0,42	26,25	20	10	1	120	C

ANEXO L. PARTIDAS Y CÓMPUTOS MÉTRICOS

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E51 TUBERIAS				
1	E512211013	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 1/2 plg (13 mm)	1,267.18
2	E512211019	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 3/4 plg (19 mm)	229.52
3	E512211025	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 1 plg (25 mm)	271.94
4	E512211038	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 1 1/2 plg (38 mm)	108.46
5	E512211051	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 2 plg (51 mm)	40.29
6	E512211076	m	I.E. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO, SIN ROSCA, TIPO EMT, EMBUTIDA, DIAMETRO 3 plg (76 mm)	19.50

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E52 CABLES				
7	E521223023	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 12 AWG (2,32 mm)	4.228,61
8	E521223030	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 10 AWG (2,95 mm)	3.170,07
9	E521223037	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 8 AWG (3,71 mm)	335,95
10	E521223047	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 6 AWG (4,67 mm)	1.725,99
11	E521223059	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 4 AWG (5,89 mm)	503,73
12	E521223074	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 2 AWG (7,42 mm)	452,09
13	E521223095	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 1/0 AWG (9,47 mm)	285,38
14	E521223106	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 2/0 AWG (10,64 mm)	30,42
15	E521223119	m	I.E. CABLE DE COBRE, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 3/0 AWG (11,94 mm)	2,90
16	E522223160	m	I.E. CABLE DE ALUMINIO, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 300 MCM (16,00 mm)	495,57
17	E522223173	m	I.E. CABLE DE ALUMINIO, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 350 MCM (17,30 mm)	373,21
18	E522S/C001	m	I.E. CABLE DE ALUMINIO, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 400 MCM (18,49 mm)	82,31
19	E522223207	m	I.E. CABLE DE ALUMINIO, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 500 MCM (20,65 mm)	467,28
20	E522223254	m	I.E. CABLE DE ALUMINIO, TRENADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 750 MCM (25,35 mm)	148,36

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E53 CAJAS DE CONEXIÓN				
21	E531210510	pza	I.E CAJETINES METALICOS, SALIDAS 1/2 - 3/4 plg, PROFUNDIDAD 1 1/2 plg, RECTANGULARES 2X4 plg (5,1 X 10,2 cm)	160,00
22	E531211010	pza	I.E CAJETINES METALICOS, SALIDAS 1/2 - 3/4 plg, PROFUNDIDAD 1 1/2 plg, CUADRADOS 4X4 plg (10,2 X 10,2 cm)	26,00
23	E531210010	pza	I.E CAJETINES METALICOS, SALIDAS 1/2 - 3/4 plg, PROFUNDIDAD 1 1/2 plg OCTOGONALES 4 plg (10,2 cm)	153,00
24	E531431010	pza	I.E CAJETINES METALICOS, SALIDAS 1 plg, PROFUNDIDAD 2 1/8 plg, CUADRADOS 4X4 plg (10,2 X 10,2 cm)	11,00
25	E533172525	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 10 X 10 X 4 plg (25,4 X 25,4 X 10,16 cm).	1,00
26	E533S/C001	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 12 X 12 X 12 plg (30,48 X 30,48 X 30,48 cm).	1,00
27	E533193030	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 12 X 12 X 6 plg (30,48 X 30,48 X 15,24 cm).	3,00
28	E533S/C002	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 16 X 12 X 12 plg (40,64 X 30,48 X 30,48 cm).	1,00
29	E533S/C003	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 16 X 16 X 8 plg (40,64 X 40,64 X 20,32 cm).	1,00
30	E533S/C004	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 16 X 4 X 4 plg (40,64 X 10,16 X 10,16 cm).	1,00
31	E533S/C005	pza	I.E. CAJAS METALICAS DE DERIVACION, TIPO PA, 16 X 8 X 6 plg (40,64 X 20,32 X 15,24 cm).	1,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E54 TOMAS Y CONTROLES				
32	E541211110	pza	I.E. INTERRUPTORES (SWITCHES) COMBINABLES SIMPLES, CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TONIRLLOS 10 A.	14,00
33	E541211120	pza	I.E. INTERRUPTORES (THREE-WAY), CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TONIRLLOS 10 A - 120 V.	2,00
34	E542221120	pza	I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS. DOBLE, UNA (1) FASE, 20 A	53,00
35	E542213240	pza	I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS. SIMPLE, TRES (3) FASES, 40 A	14,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E55 TABLEROS METALICOS PARA ELECTRICIDAD				
36	E552S/C001	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 18 CIRCUITOS, BARRAS DE 100 A. Tipo NLAB	1,00
37	E552S/C002	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 18 CIRCUITOS, BARRAS DE 300 A. Tipo NLAB	1,00
38	E552S/C003	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 24 CIRCUITOS, BARRAS DE 100 A. Tipo NLAB	2,00
39	E552S/C004	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 24 CIRCUITOS, BARRAS DE 750 A. Tipo NAB	2,00
40	E552S/C005	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 36 CIRCUITOS, BARRAS DE 150 A. Tipo NLAB	1,00
41	E552S/C006	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 42 CIRCUITOS, BARRAS DE 300 A. Tipo NLAB	1,00
42	E552S/C007	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + TIERRA, 24 CIRCUITOS, BARRAS DE 750 A. Tipo NAB	2,00
43	E552S/C008	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 2 FASES + NEUTRO + TIERRA, 8 CIRCUITOS, BARRAS DE 100 A. Tipo residencial	2,00
44	E552S/C009	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 2 FASES + NEUTRO + TIERRA, 12 CIRCUITOS, BARRAS DE 100 A. Tipo residencial	3,00
45	E552S/C010	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 2 FASES + NEUTRO + TIERRA, 18 CIRCUITOS, BARRAS DE 150 A. Tipo residencial	1,00
46	E552S/C011	pza	I.E. TABLERO METALICO, AUTOSOPORTADO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 12 CIRCUITOS, BARRAS DE 2000A. Tipo CDP.	1,00
47	E552S/C012	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, SUPERFICIAL, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, 42 CIRCUITOS, BARRAS DE 225A. Tipo CDP.	1,00
48	E552S/C013	pza	I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, SUPERFICIAL, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO + TIERRA, tipo CCM.	1,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCIÓN	Cantidad
E56 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS				
49	E563110020	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 1 POLO 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 20 A.	26,00
50	E563110030	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 1 POLO 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 30 A.	8,00
51	E563210020	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 20 A.	21,00
52	E56S/C001	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 240/480 V, 10kA ICC, CAP . 20 A.	1,00
53	E563210030	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 30 A.	12,00
54	E56S/C002	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 35 A.	2,00
55	E56S/C003	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 90 A.	3,00
56	E563214125	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 125 A.	1,00
57	E563214150	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 2 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 150 A.	1,00
58	E563310020	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 20 A.	10,00
59	E563310030	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 30 A.	4,00
60	E56S/C004	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 90 A.	1,00
61	E56S/C005	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 90 A.	5,00
62	E563310125	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 125 A.	1,00
63	E563314125	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 125 A.	2,00
64	E56S/C006	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 10kA ICC, CAP . 175 A.	1,00
65	E56S/C007	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 175 A.	1,00
66	E56S/C008	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 50kA ICC, CAP . 175 A.	2,00
67	E563314225	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 225 A.	1,00

68	E56S/C009	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 50kA ICC, CAP . 225 A.	1,00
69	E563314250	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 14kA ICC, CAP . 250 A.	1,00
70	E563310250	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 240/480 V, 10kA ICC, CAP . 250 A.	1,00
71	E56S/C010	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 22kA ICC, CAP . 250 A. Graduable 20%	1,00
72	E56S/C011	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 240/480 V, 10kA ICC, CAP . 300 A. Graduable 20%	1,00
73	E56S/C012	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 50kA ICC, CAP . 600 A.	1,00
74	E56S/C013	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 240/480 V, 10kA ICC, CAP . 700 A. Graduable 20%	1,00
75	E56S/C014	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 50kA ICC, CAP . 1200 A.	1,00
76	E56S/C015	pza	I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS 120/240 V, 68kA ICC, CAP . 2000 A. Graduable 20%	1,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E57 TRANSFORMADORES				
77	E571S/C001	pza	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) 12,47kV, 208/120 V, CAP 750kVA.	1,00
78	E571S/C002	pza	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO SECO 208V, 380 V, CAP 500kVA.	1,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
E58 LUMINARIAS				
79	E581S/C001	pza	I.E. LUMINARIA DE INTERIOR, TIPO PENDANT, LAMPARA TUBULAR FLUORESCENTE T8 X 4, 140W.	106,00
80	E581S/C002	pza	I.E. LUMINARIA DE INTERIOR, TIPO EMBUTIDA, LAMPARA FLUORESCENTE TL-D X 2, 110W.	4,00
81	E581S/C003	pza	I.E. LUMINARIA DE INTERIOR, DE SUPERFICIE EN TECHO, LAMPARA FORMA DE ANILLO, FLUORESCENTE T9 32W	24,00
82	E582S/C001	pza	I.E. REFLECTOR, TIPO PENDANT, LAMPARA METAL HALIDE 275W	12,00
83	E582S/C002	pza	I.E. REFLECTOR, TIPO PENDANT, LAMPARA METAL HALIDE 428W	9,00

Partida	Código	Unidad	DESCRIPCION	Cantidad
BANDEJAS PORTACABLES				
84	E5S/C001	m	I.E. BANDEJA PORTA CABLE DE TIPO ESCALERA O BATEA VENTILADA, 6 plg (150 mm).	305,88
85	E5S/C002	m	I.E. BANDEJA PORTA CABLE DE TIPO ESCALERA O BATEA VENTILADA, 9 plg (225 mm).	3,88
86	E5S/C003	m	I.E. BANDEJA PORTA CABLE DE TIPO ESCALERA O BATEA VENTILADA, 12 plg (300 mm).	9,36
87	E5S/C004	m	I.E. BANDEJA PORTACABLE DE TIPO FONDO SOLIDO, 6 plg (150 mm).	5,76

ANEXO M. CONDUCTORES DE NEUTRO

CDP	Corriente de la carga + 25% [A]	1/3 de la Corriente de la carga + 25% [A]	Corriente máxima monofásica A	Tamaño AWG kcmil	Material del conductor	Temas	Ampacidad del cable [A]
CDP01	1686,81	562,27	5,14	400	Aluminio	2	567,00
CDP02	222,58	74,19	112,93	2	Cobre	-	120,75

Tablero de fuerza	Corriente de la carga + 25% [A]	1/3 de la Corriente de la carga + 25% [A]	Corriente máxima monofásica A	Tamaño AWG kcmil	Material del conductor	Ampacidad del cable [A]
TA-PB-01	114,43	38,14	0	6	Cobre	68,25
TA-PB-02	83,37	27,79	0	6	Cobre	68,25
TA-ST-01	-	-	-	-	-	-
TA-ST-02	408,55	136,18	0	1/0	Cobre	145,38
TA-ST-03	131,13	43,71	5,14	6	Cobre	63

Tablero de cargas auxiliares	Corriente de la carga + 25% [A]	1/3 de la Corriente de la carga + 25% [A]	Corriente máxima monofásica A	Tamaño AWG kcmil	Material del conductor	Ampacidad del cable [A]
TA-A-ST	25,54	8,51	11,26	6	Cobre	68,25
TA-B-ST	14,85	4,95	7,5	6	Cobre	68,25
TA-C-ST	45,28	15,09	9,38	6	Cobre	68,25
TA-D-ST	13,48	4,49	2,36	6	Cobre	68,25
TA-A-PB	28,04	9,35	10,02	6	Cobre	68,25
TA-B-PB	54,81	18,27	15,38	6	Cobre	68,25
TA-C-PB	5,24	1,75	7,38	6	Cobre	68,25
TA-D-PB	4,16	1,39	10,42	6	Cobre	68,25
TA-E-PB	75,87	25,29	51,3	6	Cobre	68,25

ANEXO N. CONDUCTORES DE PUESTA TIERRA

Identificación	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Tamaño AWG kcmil	Material del conductor
CDP01	2000	2/0	Cobre
CDP02	250	8	Cobre

Tablero	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Tamaño AWG kcmil	Material del conductor
TA-PB-01	175	6	Cobre
TA-PB-02	175	6	Cobre
TA-ST-01	700	1/0	Cobre
TA-ST-02	600	1/0	Cobre
TA-ST-03	225	4	Cobre
TA-A-ST	90	8	Cobre
TA-B-ST	90	8	Cobre
TA-C-ST	90	8	Cobre
TA-D-ST	125	6	Cobre
TA-A-PB	90	8	Cobre
TA-B-PB	90	8	Cobre
TA-C-PB	90	8	Cobre
TA-D-PB	90	8	Cobre
TA-E-PB	150	6	Cobre

Carga	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Calibre del conductor (tierra) AWG kcmil	Material del conductor (tierra)
Iluminación Zona laminación/impresión	20	12	Cobre
Iluminación Zona 1	20	12	Cobre
Iluminación Extrusión	30	10	Cobre
Iluminación Accesos vehicular	20	12	Cobre
Iluminación Zona de tintas	20	12	Cobre
Iluminación baños	20	12	Cobre
Tomas de usos generales 120V Laminación/impresión	30	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Laminación/impresión	30	10	Cobre
Tomas de usos generales 120V Zona 1	30	10	Cobre
Tomas de usos generales 120V deposito Zona 1	20	12	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 arriba	30	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Zona 1 abajo	20	12	Cobre
Tomas de usos generales 120V Extrusión/depósito de tintas	30	10	Cobre
Tomas Monofásicas 208V Extrusión/depósito de tintas	30	10	Cobre

Carga	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Calibre del conductor (tierra) AWG kcmil	Material del conductor (tierra)
Tomas Circuito 1 (Café break)	30	10	Cobre
Tomas Circuito 2 (recepción y sala de trabajo)	30	10	Cobre
Tomas Circuito 3 (Oficinas mantenimiento y otras)	30	10	Cobre
Tomas Circuito 4 (Oficinas de producción y Mantenimiento)	30	10	Cobre
Tomas Circuito 5 (Deposito)	20	12	Cobre
Iluminación Oficinas	20	12	Cobre
Iluminación deposito	20	12	Cobre
Cargas A/C ofc	20	12	Cobre
Cargas A/C ofc2	20	12	Cobre
Cargas A/C deposito	20	12	Cobre
Iluminación de emergencia	20	12	Cobre

Carga	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Calibre del conductor (tierra) AWG kcmil	Material del conductor (tierra)
Iluminación Zona máquinas. 1 (La más lejana)	30	10	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 2	20	12	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 3	30	10	Cobre
Iluminación Zona máquinas. 4 (más cercana)	30	10	Cobre
Iluminación Zona de tránsito PB	20	12	Cobre
Iluminación Comedor	20	12	Cobre
Iluminación Zona de transito	20	12	Cobre
Iluminación Baño caballeros	20	12	Cobre
Iluminación baño de damas	20	12	Cobre
Iluminación baño oficina	20	12	Cobre
Iluminación control de calidad	20	12	Cobre
Iluminación taller	20	12	Cobre
Iluminación cuarto eléctrico	20	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 1	20	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 2	20	12	Cobre
Tomas de usos generales zona de máquinas 3	30	10	Cobre
Tomas monofásicas 208V zona de maquinas	20	12	Cobre
Tomas de usos generales control de calidad	20	12	Cobre
Tomas de usos generales taller	20	12	Cobre
Tomas monofásicas 208V taller	30	10	Cobre
Iluminación cuarto de limpieza	20	12	Cobre

Maquinaria	Capacidad de la protección termomagnética [A]	Tamaño AWG kemil	Material del conductor
Selladora 1	30	10	Cobre
Selladora 2	30	10	Cobre
Selladora 3	30	10	Cobre
Selladora 4	20	12	Cobre
Selladora 5	20	12	Cobre
Selladora 6	20	12	Cobre
Selladora 7	20	12	Cobre
Selladora 8	20	12	Cobre
Selladora 9	20	12	Cobre
Selladora ancha 10	30	10	Cobre
Selladora 11	30	10	Cobre
Selladora ancha 12	35	10	Cobre
Selladora ancha 13	35	10	Cobre
Selladora Zipper 1	20	12	Cobre
Selladora de conos	20	12	Cobre
Selladora de mordaza 1	20	12	Cobre
Selladora de mordaza 2	20	12	Cobre
Selladora de mordaza 3	20	12	Cobre
Selladora de mordaza 4	20	12	Cobre
Dobladora 1	20	12	Cobre
Dobladora 2	20	12	Cobre
Cortadora 1	20	12	Cobre
Cortadora 2	20	12	Cobre
Extrusora Zipper 1	125	6	Cobre
Extrusora Zipper 2	125	6	Cobre
Coextrusora 1	250	4	Cobre
Coextrusora 2	225	4	Cobre
Chiller 1	90	8	Cobre
Chiller 2	20	12	Cobre
Chiller 3	90	8	Cobre
Bombas	20	12	Cobre
Compresor 1	175	6	Cobre
Cortacore 1	30	10	Cobre
Laminadora	300	4	Cobre
Impresora	250	4	Cobre
Compactadora	30	10	Cobre
Compresor 2	125	6	Cobre
Bombas de tanque principal	30	10	Cobre
Transformador Elevador	1200	3/0	Cobre