UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Tesis monográfica para optar al Título de Ingeniero Eléctrico

Tema:

“Propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la Empresa de Alimentos Bavaria S.A”

Autores:

Br. Ayunia Anaíz Baltodano Lara 2017-0066U

Br. Davis Edward Pineer Arostegui 2017-0727U

Tutor:

Ing. Marlon Antonio Gutiérrez Granja

Managua, Nicaragua 2022

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo monográfico con mucho amor y orgullo a nuestros padres, a Dios y a nosotros por este arduo trabajo, que este sea el fruto de todo el esfuerzo y sacrificio de este largo camino recorrido para hoy en día titularnos como Ingenieros eléctricos.

Agradecemos a nuestros amigos y demás familiares que han sido una fuente constante de apoyo, amor y ánimo para poder seguir adelante en el transcurro de nuestra carrera y proceso de elaboración de la tesis.

Damos ínfimamente gracias cada una de las personas que estuvieron para nosotros e hicieron este sueño posible.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, queremos agradecer a Dios por darnos la posibilidad de estudiar una carrera tan maravillara y llena de muchas oportunidades. Asimismo, queremos agradecerle por brindarnos la paciencia y el entusiasmo para concluir con este arduo trabajo y poder finalizar este trabajo monográfico.

Agradecemos a nuestros padres por apoyarnos estos cinco años de carrera, por ayudarnos y acompañarnos en cada paso que dimos durante nuestro camino para convertirnos en ingenieros.

Agradecemos a nuestro tutor el Ing. Marlon Gutiérrez, por aceptarnos y acceder a trabajar con nosotros en este trabajo monográfico, por la confianza puesta en nosotros y por la paciencia y palabras de apoyo que siempre nos brindó.

Agradecemos al propietario de la empresa Karl Frederick Wells por permitirnos realizar este estudio en su propiedad y al personal de mantenimiento, especialmente a Noel Medina por acompañarnos en las visitas de campo, apoyarnos con las mediciones y brindarnos información importante para el desarrollo del trabajo monográfico.

Agradecemos al Ing. Jordan Centeno, por brindarnos información valiosa correspondiente a cotizaciones del proyecto en cuestión.

Nos agradecemos a nosotros mismos por permanecer y perseverar más allá de las adversidades presentadas durante el tiempo de carrera y el tiempo de trabajo de la tesis, agradecemos por confiar el uno en el otro y nuestras capacidades y sobre todo en nuestra amistad.

ÍNDICE

DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTOS 3

CAPITULO I 1

ASPECTOS GENERALES 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. Antecedentes 2

1.2. Justificación 3

1.3. Objetivos 4

1.3.1. Objetivo general 4

1.3.2. Objetivos específicos 4

CAPITULO II 5

2.1. Magnitudes y variables Eléctricas 5

2.1.1. Voltaje nominal 5

2.1.2. Ampacidad 5

2.1.3. Resistencia 5

2.1.4. Caída de voltaje 5

2.1.5. Niveles de tensión 5

2.1.6. Sobrecarga 6

2.1.7. Carga eléctrica 6

2.1.8. Carga conectada 6

2.1.9. Potencia 6

2.1.10. Potencia activa 7

2.1.11. Potencia reactiva 7

2.1.12. Potencia aparente 7

2.1.13. Factor de potencia 7

2.2. Componentes de instalaciones eléctricas 8

2.2.1. Instalación eléctrica 8

2.2.2. Vida útil de una instalación eléctrica 8

2.2.3. Conductores 8

2.2.3.1. Calibre de conductores 9

2.2.3.2. Selección de conductores 9

2.2.3.3. Máxima caída de tensión permitida 9

2.2.4. Canalización 9
2.2.4.1. Tubo de Plástico Rígido (PVC) 9
2.2.4.2. Tubo Metálico Rígido Blindado 9
2.2.5. Cajas de registro o caja de confluencia 10
2.2.6. Empalmes 10
2.2.7. Interruptores 10
2.2.8. Tomacorriente 10
2.2.9. Acometida 10
2.2.9.1. Acometida aérea 10
2.2.9.2. Acometida subterránea 10
2.2.10. Tablero 11
2.2.11. Barras 11
2.2.12. Interruptor de sobrecarga 11
2.2.13. Circuito alimentador 11
2.2.14. Circuito Derivado 11
2.3. Puesta a tierra 12
2.3.1. Electrodo de tierra 12
2.3.2. Sólidamente a tierra 12
2.3.3. Sistema de Tierra 12
2.3.4. Conductor del electrodo de puesta a tierra 12
2.4. Iluminación 12
2.4.1. Alumbrado 12
2.4.2. Flujo luminoso 13
2.4.3. Lux 13
2.4.4. Intensidad luminosa 13
2.4.5. Eficiencia luminosa 13
2.4.6. Coeficiente de utilización 13
2.4.7. Plano de trabajo 13
2.4.8. Curvas Isolux. 14
2.5. Plano eléctrico 14
2.6. Diagrama unifilar 14
2.7. Códigos y normas 14
CAPITULO III 15

CAPITULO IV 18
4.1. Generalidades 18
4.2. Reconocimiento e inspección del lugar 19
4.2.1. Fuentes de alimentación 20
4.2.2. Censo de carga 22
4.2.3. Cargabilidad del trasformador y acometida 1
4.2.4. Centros de carga y protecciones 4
4.2.5. Banco de condensadores y factor de potencia 27
4.3. Planos eléctricos actuales 29
4.3.1. Plano de fuerza 30
4.3.2. Plano de iluminación 31
4.3.3. Diagrama unifilar 32
4.4. Conclusión 33
CAPITULO V 34
5.1. Criterios generales de diseño 35
5.1.1. Seguridad 35
5.1.2. Instalación reciclada 35
5.1.3. Flexibilidad para cambios en el sistema 35
5.1.4. Caída de tensión 35
5.1.5. Iluminación 36
5.1.6. Tomacorrientes 36
5.1.7. Capacidad de conducción 37
5.1.8. Centro de carga 37
5.1.9. Protecciones 37
5.1.10. Climatización 38
5.2. Aspectos técnicos 39
5.2.1. Descripción de las áreas 39
5.3. Censo de carga 42
5.4. Fuentes de alimentación 42
5.4.1. Cálculo de transformador 42
5.5. Interruptor principal y acometida 44
5.5.1. Cálculo de interruptor principal 44
5.5.2. Cálculo de acometida 45

5.6. Circuitos derivados 45
5.6.1. Selección de conductores 46
5.6.2. Canalización 50
5.6.3. Protecciones 52
5.7. Climatización 53
5.10. Banco de capacitores 68
5.11. Planos eléctricos actualizados 68
5.11.2. Plano de iluminación 70
5.11.3. Diagrama unifilar 71
5.12. Conclusión 72
CAPITULO VI 73
6.1. Costos del rediseño del sistema eléctrico 73
6.2. Beneficio técnico 75
6.3. Beneficio económico 76
6.3.1. Instalación de un medidor bidireccional 77
6.3.2. Reducción en pérdidas por caída de tensión 78
6.3.3. Pérdidas de maquinarias en caso de un fallo en el sistema 79
6.4. Conclusión 80
RECOMENDACIONES 81
CONCLUSIÓN 82
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN 84
BIBLIOGRAFÍA 84
ANEXOS 85

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

El crecimiento progresivo del consumo de la electricidad obliga a establecer requerimientos que garanticen la seguridad de las personas con el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas; uno de esos requerimientos suele ser el rediseño de sistemas eléctricos, este constituye una práctica habitual en edificaciones antiguas de tipo industrial, comercial, residencial o institucional, con la finalidad de garantizar la confiabilidad del sistema, así como también disminuir pérdidas eléctricas y mejorar la eficiencia del mismo.

Cabe destacar que, los sistemas eléctricos representan el principal foco de incendios de inmuebles en el país, esto debido a que muchos de ellos ya están obsoletos o simplemente están mal diseñados. Según un artículo publicado en el Diario La Prensa (Prensa, 2016), el 49% de los incendios se originan en los conductores y un 15% en artefactos electrónicos y electrodomésticos.

Asimismo, un artículo publicado por el Cuerpo de Bomberos de Nicaragua (2015) señala que los sistemas eléctricos mal diseñados representan la principal amenaza de incendios debido a que sus cargas no están uniformemente distribuidas o no cuentan con conductores y/o interruptores termomagnéticos bien dimensionados.

La Empresa de Alimentos Bavaria S.A, ha tenido el inconveniente de no contar con información técnica actualizada del sistema eléctrico, a raíz de ello, el crecimiento de las cargas no ha sido distribuido uniformemente ni reflejado en ningún medio, exponiéndose a posibles desbalances y complicaciones a la hora de buscar soluciones en caso de fallas. Además, la falta de la información necesaria del sistema eléctrico hace imposible determinar el plan de mantenimiento que permita de forma eficiente programar los diferentes tipos de mantenimientos dispuestos por la empresa.

Por lo tanto, lo solución propuesta es rediseñar el sistema eléctrico de la empresa cumpliendo con las normas del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN) y haciendo uso de nuevas tecnologías.

1.1. Antecedentes

En la mayoría de las edificaciones se observa como factor común distribuciones de cargas desbalanceadas y fallas por sobre corriente que no pueden ser atendidas inmediatamente, sino después de un análisis exhaustivo y personalizado de sus conexiones e instalaciones; esto debido a que las mismas no están reflejadas en un plano o en un informe técnico, ya que generalmente dichas instalaciones son antiguas y han venido creciendo de manera desordenada y sin control alguno.

Esta problemática evidencia que las normas eléctricas no son aplicadas de manera adecuada y en muchas ocasiones están en proceso de implementación o simplemente no existen.

Es por ello que una de las medidas que se ha tomado a nivel nacional para tratar de solventar esta problemática es el rediseño de la instalación eléctrica como tal, así como también las denominadas auditorias eléctricas; esto con el objetivo de evaluar el sistema eléctrico actual y proponer mejoras para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema.

En la Universidad Nacional de Ingeniería se han realizado trabajos similares, alguno de ellos son los siguientes:

1. Propuesta de mejoramiento energético a las instalaciones del sistema eléctrico de la Cooperativa Nogal S.A. (2018)
2. Diagnóstico técnico del antiguo sistema eléctrico de distribución soterrado del Hogar Zacarías Guerra. (2018)
3. Auditoría eléctrica en el Centro Juvenil Don Bosco (2013)

Asimismo, en la empresa de alimentos Bavaria S.A. se realizó una auditoría eléctrica en el año 2017, con el objetivo de minimizar perdidas y reducir el consumo de energía eléctrica.

1.2. Justificación

La adecuada instalación eléctrica en una edificación es de vital importancia, ya que el riesgo que se corre al descuidar algún aspecto, podría desencadenar pérdidas económicas e incluso pérdidas de vidas humanas.

Dicho lo anterior, es de suma importancia la existencia de un procedimiento para la evaluación de sistemas eléctricos, e instalaciones que por su antigüedad o por su gran capacidad instalada, presenten mayor riesgo de pérdidas materiales y víctimas mortales, en caso de una catástrofe.

Asimismo, es importante destacar que los sistemas eléctricos antiguos y con una mala distribución de sus cargas, presentan un riesgo tanto para la infraestructura de los edificios y bienes instalados, como para vidas humanas.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, el presente proyecto brindará información técnica de la situación actual del sistema eléctrico con la que se podrá realizar una evaluación, y proponer rediseño de dicho sistema, esto con el objetivo de obtener información útil que nos de soporte para ayudar y despejar inconvenientes en el sistema eléctrico.

Por otra parte, ya que el sistema eléctrico de la empresa, se instaló según los requerimientos iniciales, es decir, sin proyección de demanda futura; los cambios realizados podrían generar una serie de accidentes debido a la mala distribución de las cargas, y al mal dimensionamiento de los conductores y protecciones. Es por ello la necesidad de información técnica actualizada que permita dar una visión de la integridad de las instalaciones y dar a conocer si el sistema puede o no admitir nuevas cargas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la Empresa de Alimentos Bavaria S.A. cumpliendo con la normativa del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN), con la finalidad de disminuir las pérdidas eléctricas y garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico general de la empresa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar levantamiento del sistema eléctrico actual considerando el censo de carga de los circuitos eléctricos y sus capacidades nominales, para conocer el estado físico de la instalación eléctrica de cada una de las áreas de la empresa.
- Proponer rediseño del sistema de iluminación con base en los resultados obtenidos en la fase de levantamiento, haciendo uso de nuevas tecnologías que cumplan con los estándares establecidos por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE)
- Proponer rediseño del sistema de fuerza con base en los resultados obtenidos en la fase de levantamiento, haciendo uso de nuevas tecnologías que cumplan con la normativa del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN)
- Evaluar la capacidad de banco de capacitores tomando en cuenta eficiencia de los equipos conectados al sistema, para disminuir el consumo de energía reactiva
- Evaluar los beneficios técnico-económicos obtenidos de la propuesta de mejora del sistema eléctrico, determinando los costos de operación y el periodo de recuperación de inversión de los mismos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Para una buena comprensión es necesario que el lector conozca las definiciones de algunas palabras utilizadas a lo largo del siguiente trabajo, es por ello que a continuación se muestran conceptos extraídos de diferentes fuentes bibliográficas que serán citadas en los mismos.

2.1. Magnitudes y variables Eléctricas

2.1.1. Voltaje nominal

Según el CIEN (1996) es el valor que se asigna a un circuito o a un sistema para designar convenientemente su clase de tensión. La tensión real a la cual opera un circuito puede variar, con respecto al valor nominal, dentro de ciertos límites que corresponden a la operación satisfactoria del equipo.

2.1.2. Ampacidad

Según el CIEN (1996) es la corriente en amperes que un conductor puede transportar continuamente en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal.

2.1.3. Resistencia

Oposición que ofrece el medio conductor al paso de corriente eléctrica. La unidad de medida es el ohmio(Ω).

2.1.4. Caída de voltaje

Según Bratu (1995) se le llama caída de voltaje a la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido en cualquier otro punto de la misma, cuando está circulando la corriente nominal

2.1.5. Niveles de tensión

La clasificación de las líneas eléctricas es según su tensión nominal.

Baja tensión: son todas aquellas líneas con una tensión nominal menor o igual a 1000 voltios para alterna y 1500 voltios para corriente continua. Las tensiones nominales usuales en distribución de corriente alternan son:

- 120V para redes monofásicas de 2 hilos
- 120/240V para redes monofásicas de 3 hilos
- 120/240V para redes trifásicas de 3 hilos con conexión estrella- delta
- 120/208V para redes trifásicas de 4 hilos con conexión estrella- estrella
- 240/480V
- 277/480V

Media tensión: son todas aquellas líneas con una tensión mayor a los 1000 voltios, pero menor a los 100K voltios para alterna y 1500 voltios para corriente continua. Las tensiones nominales usuales en distribución de corriente alternan son:

- 14.4/24.9 KV
- 7.6/13.2 KV
- 11.4KV; 4.16KV; 2.4KV Minas

2.1.6. Sobrecarga

Según el CIEN (1996) se le denomina sobrecarga a la condición de operación de un equipo en la que se demanda potencia en exceso de la nominal, o de un conductor por el cual circula una corriente en exceso de su valor permisible.

2.1.7. Carga eléctrica

Según el CIEN (1996) es la potencia que demanda en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización, conectados a un circuito eléctrico. (La carga puede variar en el tiempo, dependiendo del tipo de servicio).

2.1.8. Carga conectada

Según el CIEN (1996) es la suma de las potencias nominales de las máquinas y aparatos que consumen energía eléctrica, conectados a un circuito o a un sistema.

2.1.9. Potencia

Según el libro de Fundamentos de Circuitos Eléctricos Sadiku (2006) es el valor que se asigna a un circuito o a un sistema para designar convenientemente su clase de

tensión. La tensión real a la cual opera un circuito puede variar, con respecto al valor nominal, dentro de ciertos límites que corresponden a la operación satisfactoria del equipo.

2.1.10. Potencia activa

Potencia activa es la que representa la energía utilizada para realizar un trabajo. Esta se denota comúnmente con la letra P y se mide en vatios (W)

2.1.11. Potencia reactiva

Potencia reactiva es la utilizada por la bobinas y condensadores para crear campos magnéticos y eléctricos. Esta se denota con la letra Q y se mide en voltamperios reactivos (VAr)

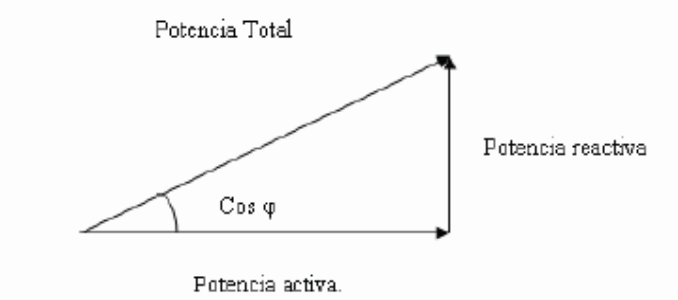
2.1.12. Potencia aparente

Potencia aparente en la potencia total demandada por una instalación, es decir, la suma vectorial de la potencia activa y potencia reactiva. Esta se mide en Voltamperio (VA) y se representa por la letra S

2.1.13. Factor de potencia

Es la relación que existe entre la potencia activa y la potencia aparente, es un valor adimensional, cuyos valores pueden variar de cero a uno, el factor de potencia en cargas resistivas es uno y para cargas inductivas es menor a cero. En la figura x se muestra el ángulo que forman entre las potencias.

Figura 1. *Triangulo de potencia*



Furente: Fundamentos de circuitos eléctricos. Sadiku 5ta edición

Potencia aparente, según sadiku es el producto de los valores rms del voltaje por la corriente:

- Sistema Monofásico: $S = V^* I$
- Sistema Trifásico: $S = \sqrt{3}*V^* I$

Potencia activa, es aquella que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo, por lo tanto, se paga por el consumo de la misma:

- Sistema Monofásico: $P= V^* I*\cos(\varphi)$
- Sistema Trifásico: $P= \sqrt{3}V^* I*\cos(\varphi)$

Potencia reactiva Q es la encargada de general el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos, como los motores y transformadores:

- Sistema Monofásico: $Q= V^* I*\text{sen}(\varphi)$
- Sistema Trifásico: $Q= \sqrt{3}*V^* I*\text{sen}(\varphi)$

2.2. Componentes de instalaciones eléctricas

2.2.1. Instalación eléctrica

Según Bratu (1995) se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

2.2.2. Vida útil de una instalación eléctrica

Según Bratu (1995) la vida de una instalación es el tiempo que transcurre desde su construcción hasta que se vuelve inservible.

2.2.3. Conductores

Según Harper (1998) se le denomina conductores a los elementos que proveen las trayectorias de circulación de la corriente eléctrica. Por su parte el CIEN (1996) establece que un conductor es el que normalmente tiene una diferencia de potencial con respecto a tierra o a otro conductor.

2.2.3.1. Calibre de conductores

Según CIEN Los calibres de los conductores están expresado en milímetros cuadrados (equivalente al American Wire Gage-AWG-) o en circular mil.

2.2.3.2. Selección de conductores

En un alimentador la selección de conductores debe efectuarse de acuerdo a la corriente que transportaran y a los siguientes criterios:

- Capacidad térmica de conducción
- Máxima caída de tensión permisible
- Máxima corriente de cortocircuito

2.2.3.3. Máxima caída de tensión permitida

Según el CIEN (1996) En toda instalación eléctrica la máxima caída de tensión no debe exceder el 5% (2% para alimentadores y 3% para circuitos derivados)

2.2.4. Canalización

Según el NEC (2014) estable que una canalización es un conducto encerrado construido con materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras.

2.2.4.1. Tubo de Plástico Rígido (PVC)

El tubo PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido de poli cloruro de vinilo, este es auto extinguible, resistente al aplastamiento, a la humedad y a ciertos agentes químicos.

2.2.4.2. Tubo Metálico Rígido Blindado

Normalmente de acero, aleaciones de aluminio y magnesio, zinc o de sus aleaciones. Estos tubos son estancados y no propagadores del fuego, según su resistencia mecánica se tienen: pesados (GRC), semipesados (IMC) y livianos (EMT).

2.2.5. Cajas de registro o caja de confluencia

Según el CIEN (1996), Caja destinada exclusivamente para confluencia de conductores donde se hagan empalmes o derivaciones o pases en conjunto o separadamente.

2.2.6. Empalmes

Se entiende por empalme a la conexión y reconstrucción de un conductor, protegido mecánicamente dentro de una misma cubierta o carcaza. Es necesario que en el diseño de empalmes se considere que los materiales utilizados sean compatibles con los elementos constitutivos del cable que se unirán.

2.2.7. Interruptores

Según el CIEN (1996) Dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, cuando circula corriente sin sufrir daño alguno.

2.2.8. Tomacorriente

Según el CIEN (1996) es un dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de un enchufe.

2.2.9. Acometida

Según el CIEN (1996) se le denomina acometida a las partes de los conductores de una línea de servicio comprendida desde las líneas o equipo inmediato del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de desconexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

2.2.9.1. Acometida aérea

Según CODENSA S.A(2011). Se considerará acometida aérea a los conductores que van en forma aérea desde las redes de distribución hasta un inmueble, en el cual se ha instalado una caja para medidor

2.2.9.2. Acometida subterránea

Según CODENSA S.A(2011) está compuesta por ductos subterráneos, cajas de inspecciones, tuberías, conductos y accesorios, que conectan un centro de distribución

o red de distribución subterránea con el punto de entrega de la energía eléctrica al usuario

2.2.10. Tablero

Según el CIEN (1996) es un tablero único que contiene barras ómnibus con interruptores o dispositivos automáticos de protección contra sobrecargas o sin ellos, para la regulación de los circuitos de alumbrado, calefacción o potencia, separados y de pequeño consumo y diseñados para ser colocados en un gabinete o caja para interruptores colocados en un muro o tabique y siendo accesible solamente por el frente.

2.2.11. Barras

Según el CIEN (1996) es un Conductor o equipo de conductores generalmente de sección rectangular y que sirve de conexión común a 2 o más circuitos

2.2.12. Interruptor de sobrecarga

Según NEC (2014) dispositivo con la capacidad para dar protección a circuitos de acometidas, alimentadores, circuitos ramales y equipos en todo el rango de sobre corrientes entre su corriente nominal y su capacidad nominal de interrupción. Dichos dispositivos se suministran con la capacidad nominal de interrupción adecuada para el uso previsto, pero no inferior a 5000 amperios.

2.2.13. Circuito alimentador

Según el CIEN (1996), es el conjunto de conductores y demás elementos de un circuito en una instalación de utilización, que se encuentra entre el medio principal de desconexión de la instalación y los dispositivos de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados.

2.2.14. Circuito Derivado

Según el CIEN (1996). En una instalación de utilización, es el conjunto de los conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobre corriente en donde termina el circuito alimentador, hasta la salida de las cargas.

2.3. Puesta a tierra

Según el CIEN (1996) se conoce como puesto a tierra a la conexión a tierra o a algún cuerpo conductor que sirve como tierra.

2.3.1. Electrodo de tierra

Según el CIEN (1996), una o más partes conductoras (generalmente varillas, tubos o placas), enterradas en el suelo con el propósito de hacer contacto eléctrico firme con la masa de la tierra del lugar.

2.3.2. Sólidamente a tierra

Según el CIEN (1996), una conexión a tierra en la cual no se ha insertado intencionalmente ningún dispositivo limitador de corriente.

2.3.3. Sistema de Tierra

Según el CIEN (1996), se le conoce como sistema a tierra al conjunto de conductores, electrodos, accesorios, etc., que, interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto conectar a tierra las cubiertas y otras partes metálicas de los equipos eléctricos, así como aquellos elementos de los circuitos que lo requieran.

2.3.4. Conductor del electrodo de puesta a tierra

Según el NEC (2005), es el conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos del circuito, en cada edificio o estructura cuando se servida con un alimentadores o circuitos ramale, o en la fuente de un sistema derivado independientemente

2.4. Iluminación

2.4.1. Alumbrado

Según Bratu (1995) se pueden definir dos niveles en la iluminación de interiores: local y general. El primero se refiere a las necesidades de luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar. El nivel general corresponde a la iluminación en todas las demás áreas.

2.4.2. Flujo luminoso

Según la CIE Flujo luminoso es la cantidad de luz emitida por una fuente de luz o recibida por una superficie, sus unidades son los lúmenes, se define como el flujo por unidad de superficie, su unidad de medida es el lux.

2.4.3. Lux

Según la CIE el lux es equivalente a un lumen por metro cuadrado

2.4.4. Intensidad luminosa

Según la CIE la intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo solido cualquiera cuyo eje coincide con la dirección considerada. Su unidad es la candela. Para medirlo podemos utilizar distintos equipos basados en: Igualación de iluminancias de dos campos, Según la ley de la inversa del cuadrado de la distancia.

2.4.5. Eficiencia luminosa

Según la CIE es la relación que existe entre el flujo emitido por la lámpara y la potencia eléctrica absorbida.

2.4.6. Coeficiente de utilización

Según Bratu (1995) el coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 75 cm del suelo) y los totales generados por la lámpara. Este factor toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo.

2.4.7. Plano de trabajo

Según la CIE superficie de referencia definida como el plano en el cual se hace usualmente el trabajo.

2.4.8. Curvas Isolux.

Según Bratu (1995) las llamadas curvas isolux, son las que proporcionan la iluminación en luxes correspondiente a los contornos descritos por las curvas isocandela para cada ángulo para una altura de montaje dada.

2.5. Plano eléctrico

Según el CIEMI (2004) se entiende por planos eléctricos todos aquellos que contienen la información relativa a los proyectos eléctricos que están respaldados por los cálculos necesarios.

2.6. Diagrama unifilar

Según Rojas (2019) para facilitar la interpretación del contratista (o el usuario final al que se destina el diseño), se realiza un esquema Unifilar, el cual, pretende por medio de líneas y simbología, la representación del circuito, las dependencias de alimentación de tableros, y demás componentes, de manera que se puedan observar las conexiones entre cada uno.

2.7. Códigos y normas

Las normas y estándares internacionales son documentos voluntarios que los países acuerdan y establecen mediante reglamentos y criterios comunes para la fabricación de bienes, procedimientos y servicios, garantizando así la compatibilidad, seguridad y calidad de los productos en todo el mundo.

Según Bratu (1995) el diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal. Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

En Nicaragua el CIEN (Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua, 1996) constituye el marco legal para el proyecto y construcción de instalaciones eléctricas. Cabe destacar que, existen otras normas también vigentes en el país como: el NEC (Código Eléctrico Nacional) y CIE (Comisión Internacional de Iluminación)

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Para comprender un poco el término metodología, veamos el siguiente concepto:

> La metodología es el instrumento que enlaza el sujeto con el objeto y refiere a la descripción de las unidades de análisis de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos. (Doupovec, 2010)

Correspondiendo a lo citado, todas las actividades realizadas en el presente trabajo, obedecen a diferentes métodos cuyo principal fin fue el establecer la problemática, recolectar información, analizar y plantear propuestas para combatir la problemática encontrada.

Con el fin de proponer un rediseño del sistema eléctrico de la empresa Bavaria, se realiza una investigación con las siguientes características: de tipo descriptivo que permite resolver la problemática de las instalaciones eléctricas de la empresa basada en la descripción de los hechos tal y como fueron observados; tipo explicativo con el propósito de explicar las causas y efectos de la problemática, así como también permite indagar que al considerar evaluaciones financieras y de seguridad resulta más conveniente un diferente diseño de las instalaciones eléctricas; y con enfoque cualitativo con el fin de recopilar datos e información necesaria para desarrollar y sustentar el estudio.

Se aplicará la técnica análisis documental mediante el cual se recopilará datos e información necesaria, para ello se utilizará como fuente de información, libros, informes, páginas de internet, revistas, todo referente a temas relacionados con la investigación.

Fases del desarrollo del trabajo:

Para el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de la investigación, se debe seguir una secuencia estructural establecida, es por ello que a continuación se detallará para cada objetivo, el cómo y con qué métodos se llevarán a cabo.

- Realizar levantamiento del sistema eléctrico actual para conocer el estado físico de la instalación eléctrica de cada una de las áreas de la empresa.

Para el desarrollo del primer objetivo, se efectúan visitas de campo tres días por semana con el fin de diagnosticar el estado de las instalaciones eléctricas y el funcionamiento de cada uno de los equipos conectados al sistema eléctrico.

Durante las visitas, se hará un censo de carga en las instalaciones para conocer el consumo de la empresa; asimismo, se observará la adecuación de los centros de carga, tomando en cuenta características como: calibre de acometida, calibre de conductores en circuitos derivados, capacidad amperimétrica de las protecciones y estado actual de cada tablero. Cabe destacar que para cada una de las fases se identificará el cumplimiento de la normativa vigente que rige a las instalaciones eléctricas en Nicaragua “Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua, CIEN”.

Finalmente, se realiza el del diagrama unifilar con la herramienta computacional “Auto CAD”, con el objetivo de realizar una comparación entré el sistema actual y la propuesta de mejora.

- Proponer rediseño del sistema de iluminación con base en los resultados obtenidos en la fase de levantamiento, haciendo uso de nuevas tecnologías que cumplan con los estándares establecidos por la comisión internacional de iluminación (CIE)

Luego de la etapa de levantamiento del sistema actual, se procede al análisis de la información recopilada para luego proponer rediseño del sistema de iluminación que cumpla con los estándares establecidos por la comisión internacional de iluminación. Para ello, se tomarán en cuenta los luxes establecidos por área de trabajo, posteriormente se hará uso de catálogos actualizados con nueva tecnología para la selección de la luminaria a utilizar, y luego de ello, se utilizará la herramienta informática “Dialux” para realizar los respectivos cálculos de iluminación, seguidamente se hará la división de los circuitos y con la herramienta “Microsoft Excel” se harán cálculos referentes a caída de tensión, canalización y protecciones.

- Proponer rediseño del sistema de fuerza con base en los resultados obtenidos en la fase de levantamiento, haciendo uso de nuevas tecnologías que cumplan con la normativa del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN)

Al igual que para el objetivo anterior, se analizará la información recolectada en la fase de levantamiento para proponer diseño de sistema de fuerza, para ello se tomará en cuenta las normas establecidas en el CIEN 1996 y las necesidades de la empresa, para la ubicación de tomacorrientes, luego se hará la división de los circuitos y se utilizará la herramienta “AutoCAD” para digitalizar la ubicación de los mismos y la herramienta “Excel” para realizar los respectivos cálculos de caída de tensión, canalización, protecciones y balance de cargas. Finalmente, se hará uso de catálogos actualizados para la selección de los elementos eléctricos del sistema.

- Evaluar la capacidad de banco de capacitores tomando en cuenta eficiencia de los equipos conectados al sistema, para disminuir el consumo de energía reactiva

Luego de proponer rediseño de los sistemas de iluminación y fuerza, se procede a evaluar la capacidad del banco de capacitores, para ello se tomará en cuenta la eficiencia de cada uno de los equipos conectados al sistema, cabe destacar que, se hará propuesta de quipos más eficiente, y de ser necesario se recalculará la capacidad de banco de capacitores, y finalmente se hará uso de catálogos para la selección del mismo.

- Evaluar los beneficios técnico-económicos obtenidos de la propuesta de mejora del sistema eléctrico, determinando los costos de operación y el periodo de recuperación de inversión de los mismos.

Una vez finalizada la propuesta de mejora, se procede a evaluar los beneficios técnico-económicos, en el que se incluirá los costos del rediseño (presupuesto), así como los de ejecución y el periodo de recuperación de inversión de los mismos. Para ello se utilizará la herramienta informática Microsoft Excel y Microsoft Project para determinar el tiempo de duración del proyecto.

CAPITULO IV

FASE DE LEVANTAMIENTO DE SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

4.1. Generalidades

La Empresa de Alimentos Bavaria, S.A., se encuentra ubicada de donde fue el Hospital Vélez Paiz, 4 ½ cuadras al sur, Managua. La Empresa de Alimentos Bavaria, S.A. es una empresa familiar que se dedica desde el año 1995 a la elaboración y comercialización de una amplia variedad de productos cárnicos de alto valor nutricional (Gourmet). Los principales productos que se procesan en la planta de producción son: Salchichas y chorizos, jamones, mortadelas, salamis, patés y cortes de carnes frescas y ahumadas.

Figura 2. *Empresa de Alimentos Bavaria S.A*

Fuente. *Elaboración propia*

La planta central es de construcción horizontal y cuenta con tres áreas principales: Administración, producción, empaque y taller. El área administrativa se subdivide en la recepción, oficina de gerencia y oficina de subgerencia, se encuentra climatizada y con cielo falso (en total 3 oficinas climatizadas). En esta área, a como su nombre lo indica es donde ocurren todos los procesos administrativos, ya sea compra de materia prima o venta de productos, administración de empleados, etc.

Por otro lado, el área de producción se encuentra techada con láminas de zinc troqueladas y ciertas áreas con cielo falso, esta se subdivide en dos áreas: producción 1: cortes y producción 2: embutidos, en ellas se ejecutan 6 líneas de producción: Salchichas y chorizos, jamones, mortadelas, salamis, patés y cortes de carnes frescas y ahumadas.

Cabe destacar que la empresa cuenta con 7 cuartos fríos en total que se encuentran distribuidos a lo largo de la empresa, y estos son utilizados para almacenar materia prima y productos terminados.

A continuación, se describe brevemente la principal línea de producción: Salchichas y chorizos.

- Recepción de materia prima e insumos: Mediante la orden de producción, se selecciona la carne almacenada en los cuartos fríos y se procede a su pesado.
- Corte en piezas: La carne es cortada en las piezas definidas en la orden de producción.
- Picado y mezcla: Los cortes de carne se pican y mezclan con los aditivos, según el tipo de producto a elaborar.
- Embutido y amarrado: La carne picada se coloca en la envoltura (embutido) con peso definido y se procede a amarrar.
- Ahumado: Los embutidos se someten a un ahumado durante 45 minutos a una temperatura de 70°C.
- Enfriamiento: Finalizado el ahumado, los embutidos se enfrían a 25°C.
- Empaque y refrigeración: Según la orden de producción, los embutidos se empacan y se almacenan a un rango de temperatura 0°C a 2°C.

4.2. Reconocimiento e inspección del lugar

Se hizo una inspección general de la infraestructura de Bavaria S.A, mediante un recorrido de las instalaciones internas y externas, en la cual se realizó levantamiento arquitectónico (esto debido a que no contaban con planos arquitectónicos) y levantamiento del sistema eléctrico actual de la empresa, identificando fuentes de alimentación, censo de carga, cantidad y ubicación de tomacorrientes y luminarias,

cantidad de tableros, identificación de circuitos, verificación de conductores y protecciones, también se realizaron mediciones puntuales para obtener valores de magnitudes de voltaje y corriente tanto en paneles como en los dispositivos utilizados de manera cotidiana en los espacios de trabajo.

4.2.1. Fuentes de alimentación

La Empresa de Alimentos Bavaria S.A es alimentada en media tensión (MT) por el circuito BTH-L3010 proveniente de la subestación Batahola. La derivación de red MT que alimenta a Bavaria S.A. tiene un calibre de conductor 336.4 ACSR y a la cual se entronca un banco de transformadores de 2X25 KVA cuyas matrículas BDI son: 172496, 64728, dicho transformador tiene una conexión estrella-abierta/delta-abierta y brinda un nivel de tensión de 120 V monofásico y 240 V trifásico.

Figura 3. *Banco de transformadores 2X25 KVA*

Fuente. *Elaboración propia*

Cabe destacar que, a la salida del banco de transformadores se encuentra una acometida soterrada con un arreglo de 3 conductores 2/0 AWG THHN por fase y 1 conductor 2/0 AWG THHN para neutro.

Por otro lado, la empresa Bavaria S.A cuenta con un sistema solar fotovoltaico de 32.36 kWp generados a través de 90 paneles solares de 270 Wp, y 26 paneles de 310 Wp, más dos inversores marca Fronius de 15 kW cada uno.

Figura 4. *Paneles solares*

Fuente. *Elaboración propia*

Figura 5. *Inversores Fronius*

Fuente. *Elaboración propia*

4.2.2. Censo de carga

Censo de carga es la recopilación de datos de placa de los equipos consumidores de energía eléctrica existentes en una instalación, en el cual se muestra información acerca del consumo real de la instalación y del tipo de carga existente en la misma.

Cabe destacar que el sistema eléctrico de la empresa Bavaria tiene más de veinte años de operación y esta ha venido incrementando su carga gradualmente, sin embargo, existen ciertas cargas que por su antigüedad ya no tienen visible su placa característica, es por ello que para conocer las variables eléctricas de ese tipo de equipos se realizaron mediciones puntuales. Por otro lado, las magnitudes de las variables eléctricas de los equipos más recientes son meramente datos de placa.

Para realizar el censo de carga de Bavaria S.A se hizo contabilidad de las maquinarias utilizadas para el proceso de producción, empaque y administración, contabilidad de las luminarias, contabilidad de los cuartos fríos y unidades de aires acondicionados con sus capacidades en BTU/h. Asimismo, se obtuvieron las variables eléctricas de cada uno de los equipos y la ubicación de los mismos. Es importante mencionar que, el levantamiento realizado se hizo en función de los centros de carga existentes.

Cabe destacar que mediante el censo de carga realizado se realizaron planos de fuerza e iluminación los cuales se muestran en el apartado 4.3. Planos eléctricos actuales.

En la siguiente tabla se muestra el censo de carga de la empresa Bavaria S.A, en la que se detalla el circuito a la que está conectada, al centro de carga que pertenece, y las variables eléctricas de los equipos. Con una carga total de 117.3 kW, de los cuales 54.5 kW son trifásicos y 62.9 kW monofásicos.

Tabla 1. *Censo de carga.*

Área	Cantidad	Descripción	Voltios (V)	Amperios (A)	Vatios (W)	Pot. Total (kW)	Centro de carga	Circuito
Recepción	4	Computadora de escritorio AOC	120	4.80	576	2.304	SP- 1	C-12-24
	1	Calculadora	120	0.50	60	0.06	SP- 1	C-9
	2	Teléfono	120	0.06	7	0.0144	SP- 1	C-9
	1	Impresora matricial CANON	120	0.60	72	0.072	SP- 2	C-20-22
	1	Servidor	120	3.60	432	0.432	SP- 1	C-12
	1	Impresora Epson	120	0.60	72	0.072	SP- 2	C-20-22
	1	Impresora HP	120	0.35	42	0.042	SP- 2	C-20-22
	2	Lámpara LED Sylvania	120	0.02	65	0.13	SP- 1	C-4
	1	Mini Split 24000BTUH	240	9.70	2328	2.328	SP- 2	C-6-8
	1	Abanico de techo	120	0.52	62	0.0624	SP- 1	C-4
	2	Fuente AVR	120	12.00	1440	2.88	SP- 1	C-12
Pasillo 1	2	Lámpara LED Sylvania	120	0.02	65	0.13	SP- 1	C-4
	1	Abanico de pedestal	240	1.10	264	0.264	SP- 2	C-30-32
Oficina de Gerencia	1	Computadora de escritorio AOC	120	4.80	576	0.576	SP- 1	C-5
	1	Teléfono IP	120	0.06	7	0.0072	SP- 1	C-5
	1	TV Samsung	120	2.50	300	0.3	SP- 1	C-5
	1	Impresora HP	120	0.35	42	0.042	SP- 1	C-5
	1	Abanico de techo	120	0.52	62	0.0624	SP- 1	C-2
	1	Abanico de pedestal	120	0.42	50	0.0504	SP- 1	C-5
	1	Mini Split 12000BTUH	240	3.00	720	0.72	SP- 1	C-18-20
	2	Lampara LED	120	0.02	2	0.0048	SP- 1	C-2
	1	Microondas Sankey	120	11.00	1320	1.32	SP- 1	C-5
	2	Fuente AVR	120	12.00	1440	2.88	SP- 1	C-5
Oficina de Subgerencia	1	Computadora de escritorio AOC	120	4.80	576	0.576	SP- 1	C-12
	1	Teléfono IP	120	0.06	7	0.0072	SP- 1	C-12
	1	Impresora HP	120	0.50	60	0.06	SP- 1	C-12
	1	Mini Split 12000BTUH	220	4.80	1104	1.104	SP- 2	C-9-11

	1	Abanico de techo	120	0.41	50	0.05	SP- 1	C-4
	1	Lámpara LED	120	0.02	2	0.0024	SP- 1	C-4
Cocina	2	Lámpara LED	120	0.17	20	0.0408	SP- 1	C-1
	1	Abanico de techo	120	0.50	60	0.06	SP- 1	C-1
	1	Abanico de pedestal	120	1.10	132	0.132	SP- 1	C-10
	1	Licuadora	120	3.75	450	0.45	SP- 1	C-10
	1	Microondas	120	11.00	1320	1.32	SP- 1	C-10
Empaque	1	Congelador vertical Fogel	115	6.80	782	0.782	SP- 2.1	C-5
	1	Picadora NAGEMA	240	4.35	1806	1.80612	SP- 2	C-14-16-18
	1	Selladora doble campana Sipromac	208	23.08	4800	4.8	SP- 2.1	C-4-6
	1	Rebanadora Berkel	115	8.00	920	0.92	SP- 2.1	C-2
	2	Selladora manual térmica	120	1.22	146	0.292	SP- 2.1	C-1
	1	Codificadora VTV Motor	120	0.50	60	0.06	SP- 2.1	C-2
	1	Porcionadora	115	13.00	1495	1.495	SP- 2.1	C-3
Producción 1 (Cortes)	1	Mezcladora	120	1.03	150	0.15	SP- 4.1	C-8-10-12
	2	Horno LINKRICH	220	0.82	180	0.36	SP- 4	C-15-17-19
	1	Selladora al vacío	110	8.18	1557	1.557	SP- 4	C-15-17-19
	2	Sierra sin fin	240	3.50	1453	2.9064	SP- 4	C-15-17-19
	1	Molino industrial Meissner	240	20.35	8449	8.44932	SP- 4	C-8-10-12
	1	Inyectora Suhner	380	3.00	1500	1.5	SP- 4.1	C-7-9-11
	1	Tenderizadora	120	5.00	600	0.6	SP- 4.1	C-1
	1	Báscula	12	0.84	10	0.01008	SP- 4.1	C-1
	1	Abanico de pedestal	120	0.95	140	0.14	SP- 4.1	C-1
	2	Lámpara LED	120	0.17	20	0.0408	SP- 4	C-23
	2	Lámpara T12 Sylvania	120	1.53	92	0.184	SP- 4	C-23
Producción 2 (Embutidos)	1	Cutter y molino SEMA	240	16.50	6851	6.8508	SP- 3	C-19-21-23
	1	Embutidora Hadtmann	240	5.50	2284	2.2836	SP- 3	C-7-9-11
	1	Cutter Meissner RSM 65	380	39.00	16500	16.5	SP- 4	C-2-4-6
	1	Cutter SCHNEIDMISCHER	240	6.00	2491	2.4912	SP- 3	C-1-3-5
	1	Embutidora Hadtmann VF610	240	9.20	3500	3.5	SP- 4	C-7-9-11
	1	Báscula para cargar	9	0.30	3	0.0027	SP- 4	C-24

	1	Mezcladora támbor	240	1.01	419	0.419352	SP- 3	C-14-16-18
	1	Mezcladora RUHLE	200	16.00	3200	3.2	SP- 3	C-8-10-12
	1	Picadora de hielo	240	4.46	1852	1.851792	SP- 4.1	C-2-4-6
	2	Lámpara LED	120	0.17	20	0.0408	SP- 4	C-24
	2	Lámpara T12 Sylvania	120	0.77	92	0.1848	SP- 4	C-24
C.F	1	Cuarto frio # 1	240	3.00	1246	1.2456	SP- 2	C-38-40-42
	1	Cuarto frio # 2	240	1.68	698	0.697536	SP- 2	C-35-37-39
	1	Cuarto frio # 3	240	17.96	4310	4.3104	SP- 4	C-3-5
	1	Cuarto frio # 4	-	-	-	-	SP- 5	C-20-22-24
	1	Cuarto frio #5	240	11.36	4717	4.716672	SP- 5	C-7-9-11
	1	Cuarto frio #6 A	240	21.80	9051	9.05136	SP- 5	C-19-21-23
C.G	1	Cuarto frio #6 B	240	21.80	5232	5.232	SP- 5	C-8-10
	1	Congelador de materia prima # 7	220	26.60	10124	10.12396	SP- 5	C-1-3-5

Fuente. *Elaboración propia*

4.2.3. Cargabilidad del trasformador y acometida

En este apartado se analizará la cargabilidad del transformador y de la acometida, con el objetivo de determinar si están bien dimensionados o requieren de algún ajuste a sus capacidades.

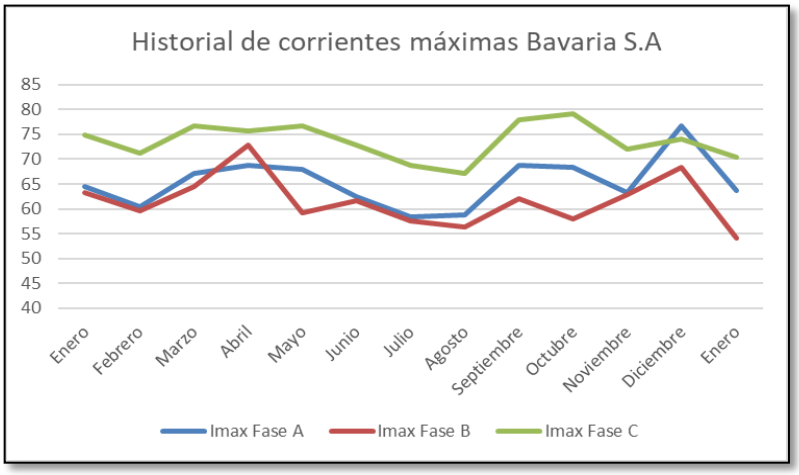
Para el siguiente análisis se hizo uso del perfil de corriente de Bavaria S.A, el cual fue solicitado a la empresa distribuidora (Disnorte-Dissur) para un periodo comprendido entre el enero 2021 y enero 2022. Posterior a ello, se realizó una tabla con las demandas máximas por mes, la cual se muestra a continuación.

Tabla 2. *Corrientes máximas mensuales Bavaria S.A.*

Año	Mes	Máx. de Ia	Máx. de Ib	Máx. de Ic
2021	Enero	64.4	63.2	74.8
	Febrero	60.4	59.6	71.2
	Marzo	67.2	64.4	76.8
	Abril	68.8	72.8	75.6
	Mayo	68	59.2	76.8
	Junio	62.4	61.6	72.8
	Julio	58.4	57.6	68.8
	Agosto	58.8	56.4	67.2
	Septiembre	68.8	62	78
	Octubre	68.4	58	79.2
	Noviembre	63.2	62.8	72
	Diciembre	76.8	68.4	74
2022	Enero	63.6	54	70.4
Total general		76.8	72.8	79.2

Fuente. *Elaboración propia, información de Disnorte-Dissur*

Figura 6. *Gráfica de corrientes máximas mensuales Bavaria S.A*



Fuente*: Elaboración propia, información de Disnorte-Dissur*

Acorde a la tabla anterior, la demanda máxima de la empresa en todo el año 2021 y parte del 2022 fue en el mes de octubre 2021 de 79.2 A. Una vez que se obtuvo la demanda máxima de la empresa, se procede a realizar el cálculo de la cargabilidad del transformador y de la acometida.

Para el cálculo de cargabilidad del transformador se requiere de la capacidad del mismo que es de 50KVA (2X25KVA) y de la potencia aparente máxima consumida por la empresa, la cual se obtiene mediante corriente máxima demandada la empresa, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Smax = \sqrt{3}\, I_{Máx} * V_n$$

Donde:

Smax: Potencia aparente máxima en KVA.

Imax: Demanda máxima en amperios.

Vn: Voltaje nominal

Tomando en cuenta la fórmula anterior, se obtiene lo siguiente:

$$Smax = \sqrt{3}\ 79.2\ \text{A} * 240\ \text{V} = 32.92\ \text{KVA}$$

Una vez que se conoce la potencia del trafo y la potencia máxima consumida por el cliente, se procede a calcular la cargabilidad, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%cargabilidad\ TX = \frac{S_{Máx}}{S_n} * 100\%$$

Donde:

Smax: Potencia máxima consumida por el cliente en KVA.

Sn: Potencia nominal del transformador en KVA

Haciendo uso de la fórmula anterior, se obtiene la cargabilidad del transformador:

$$\%cargabilidad\ TX = \frac{32.92\ KVA}{50\ \text{KVA}} * 100\% = 65.85\%$$

El transformador de la empresa Bavaria, se encuentra al 65.85% de su capacidad nominal, quedando un 34.15% de reserva para futuras cargas.

Importante mencionar que la carga total es de 53.09 kW considerando un consumidor vecino de 3.9 kW (obtenido de la distribuidora DNDS). Por lo tanto, el porcentaje de cargabilidad con el 100% de la carga sería 114 % lo que quiere decir que se encuentra al tope de su capacidad.

$$\%cargabilidad\ TX = \frac{57\ KVA}{50\ \text{KVA}} * 100\% = 114\ \%$$

Para el cálculo de cargabilidad de acometida, se toma en cuenta la ampacidad del conductor existente (2/0 AWG THHN por fase) la cual es de 175 A, posterior a ello, se calcula el porcentaje de la ampacidad del conductor está siendo utilizada. Para ello se utiliza la siguiente fórmula

$$\%cargabilidad\ acometida = \frac{I_{Máx}}{I_n} * 100\%$$

Donde:

In: Ampacidad nominal del conductor.
Imax: Demanda máxima en amperios.

$$\%cargabilidad\ acometida = \frac{79.2\ A}{175\ \text{A}} * 100\% = 45.25\%$$

El conductor de acometida se encuentra al 45% de su capacidad nominal, quedando un 55% de reserva para nuevas cargas.

4.2.4. Centros de carga y protecciones

Los centros de carga son componentes de un sistema eléctrico utilizados para suministrar corriente en circuitos derivados, estos están compuestos por barras ómnibus con interruptores o dispositivos automáticos de protección contra sobrecargas. Los centros de carga son representados por cuadros de paneles donde se muestra la información contenida en los mismos, es decir, información de conductores, canalización, carga y protecciones.

Una vez realizado el levantamiento presentado en el acápite 4.2.2 de censo de carga e identificación de circuitos, se procede a la verificación de conductores e interruptores. Para ello se hicieron inspecciones visuales y mediciones de calibre de conductor con un pie de rey.

Luego de recolectar y organizar la información resultante, se realizaron cuadros de paneles, en los cuales se muestran las conexiones de los circuitos a cada barra, la sumatoria de corrientes en cada una, la descripción de centro de carga, descripción de los circuitos, su protección y finalmente el cálculo del porcentaje de los desbalances.

Es importante mencionar que el desbalance del sistema es debido al crecimiento descontrolado de las cargas y a la mala distribución de estas entre las fases existentes. Ese desbalance en el sistema puede ocasionar problemas tales como sobrecalentamiento de conductores, circulación de mayor corriente por el conductor neutro y disparo de protecciones de manera inadecuada. Es por ello que se establece un desbalance máximo del 5% en toda la instalación.

Para el cálculo del porcentaje de desbalance se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$D\% = \frac{A_M - A_m}{A_M} * 100\%$$

Donde:

AM: Amperios de la fase más cargada.

Am: Amperios de la fase menos cargada.

La empresa de alimentos Bavaria S.A, está constituida por 12 centros de carga en total, los cuáles se encuentran distribuidos a lo largo de la empresa, estos son alimentados por interruptor general tipo CC Eaton de 225 A (amperios), que se encuentra dentro de una caja de panel CH de 8 espacios tipo empotrado. Cabe destacar que este interruptor es alimentado por una acometida soterrada con arreglo de 3 conductores 2/0 AWG THHN por fase y 1 conductor 2/0 AWG THHN para neutro.

Figura 7. *Interruptor principal de 225 A*

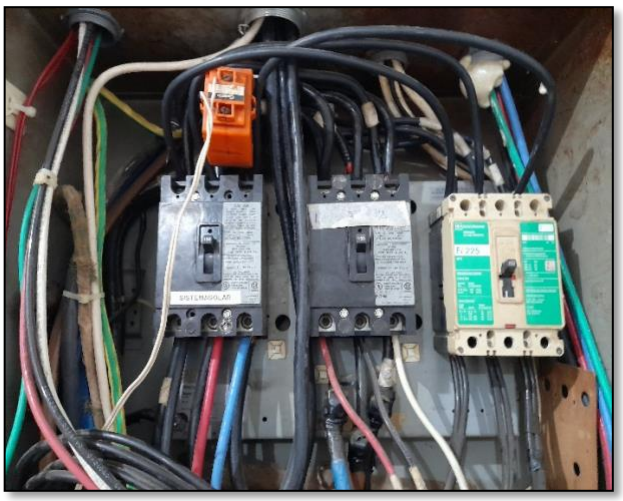
Fuente. *Elaboración propia*

Como se observa en la figura la caja donde se encuentra el interruptor general no cuenta con barras de neutro y tierra, es por ello que las derivaciones realizadas aguas abajo del interruptor general son mediante empalmes, lo que indica que no cuentan con una barra principal y como consecuencia la caja se encuentra saturada de conductores.

Las derivaciones realizadas mediante empalmes en la caja del interruptor general se dirigen a 2 subpaneles y a 3 interruptores subprincipales de 150 A c/u. Estos interruptores alimentan a un banco de capacitores, subpaneles de producción y otro banco de capacitores, y el tercero se dirige al sistema solar fotovoltaico y a subpaneles de cuarto frío y taller. Estos están conectados mediante conductores #4 AWG THHN, 1/0 AWG THHN y

2/0 AWG THHN respectivamente. Cabe mencionar que tanto el interruptor general, como los interruptores subprincipales se encuentran ubicados en el área de administración.

Figura 8. *Interruptores de 150 A*



Fuente. *Elaboración propia*

A continuación, se muestran las tablas de carga de los paneles divididos por área y se describen a detalle cada uno mencionando las características técnicas y deficiencias.

4.2.4.1. Administración

En el área de administración se encuentran 3 subpaneles los cuales alimentan tanto iluminación como tomacorrientes de las áreas de empaque, cocina, cuarto de especies, baño de mujeres, recepción, baño de varones, oficina general, oficina de subgerencia y cuartos fríos 1 y 2.

4.2.4.1.1. Subpanel 1

Marca: Cutler Hammer de 24 espacios

Niveles de voltaje: 120/240 V monofásico

Capacidad de barras: 125 A

Alimentador: Disposición 2 fases #4 AWG THHN proveniente del interruptor general y neutro #4 AWG THHN

Interruptor principal: No posee interruptor principal

Tabla 3. *Cuadro de carga del subpanel 1*

SUBPANEL 1 de 24 espacios marca Cutler Hamer con niveles de tensión 120/240 voltios monofasico, alimentador 2x#4 AWG provenientes del interruptor principal y neutro #4 AWG THHN
Este panel no cuenta con interruptor principal

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N A B	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B		A	B	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	ILUMINACIÓN - ÁREA DE EMPAQUE, COCINA, BAÑO DE MUJERES, BODEGA 2 Y CUARTO DE ESPECIES 1	THHN	#12	PVC	1/2"	15	1	2.55			1.88		15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	ILUMINACIÓN - OFICINA GENERAL, BODEGA 1, PASILLO A GARAJE Y TOMACORRIENTE - BAÑO DE OFICINA GENERAL	2
3	-											7.62	15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	ILUMINACIÓN - RECEPCIÓN, SUBGERENCIA, ABANICO - RECEPCIÓN, ABANICO - SUBGERENCIA Y TOMACORRIENTES - PASILLO 1 Y BAÑO SUBGERENCIA	4
5	TOMACORRIENTES - PASILLO A GARAJE Y OFICINA GENERAL	THHN	#12	PVC	1/2"	15	1	4.5			1.5		20	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTE - CUARTO ELÉCTRICO	6
7												1.5	15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTE - CUARTO ELÉCTRICO	8
9	TOMACORRIENTE - RECEPCIÓN (INTERNET)	TSJ	#12	PVC	1/2"	15	1	1.5			3		15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTES - COCINA	10
11	-											6	15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTES - RECEPCIÓN Y OFICINA DE SUBGERENCIA	12
13	-																		-	14
15	-																		-	16
17	SUBPANEL - BAÑO DE VARONES Y TOMACORRIENTE - ÁREA DE EMPAQUE	THHN	#8	PVC	1/2"	30	2	14			3		20	2	PVC	1/2"	TSJ	#10	A/C - OFICINA GENERAL	18
19									15.19			3								20
21	-																			22
23	-											3	30	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTES - RECEPCIÓN Y PASILLO 1	24

A	B
31.93	36.31

Desbalace 12.063%

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- El panel se encuentra saturado de cables, lo cual dificulta la identificación de circuitos
- No cuenta con cubre espacios.
- Los interruptores de los circuitos se encuentran con bastante suciedad.
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos
- Se encuentran conductores, desconectados dentro del panel, los cuales no se identifican a que circuito pertenece.
- Existen empalmes dentro del panel
- Existen espacios con interruptores y sin circuito asignado
- La cantidad de espacios no coincide con el tamaño de las barras de fase lo que indica que este fue manipulado.

- La caja del subpanel se encuentra sucia y sarrosa

Figura 9. *Subpanel 1*

Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.1.2. Subpanel 2

Marca: Cutler Hammer de 42 espacios

Capacidad de barras: 125 A

Niveles de voltaje: 120/240 trifásico

Alimentador: Disposición 3 fases 1/0 AWG THHN proveniente del interruptor general y neutro 1/0 AWG THHN

Tabla 4. *Cuadro de carga del subpanel 2*

SUBPANEL 2 , marca Cutler Harmer de 42 espacios, con niveles de tension 120/240 voltios trifasicos, alimentador 3x1/0 AWG proveniente del interruptor principal y neutro 1/0 AWG THHN
Este panel no cuenta con interruptor principal

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	-																				-	2
3	-																				-	4
5	SUBPANEL - EMPAQUE	THHN	#6	PVC	1/2"	30	2			17.25				9.7	20	2	PVC	1/2"	THHN	#10	A/C - RECEPCIÓN	6
7								7.75				9.7										8
9	A/C - OFICINA DE SUBGERENCIA	TSJ	#10	PVC	1/2"	20	2		4.8												-	10
11										4.8											-	12
13	SELLADORA AL VACIO - ÁREA DE EMPAQUE	TSJ	#10	PVC	1/2"	30	3	8.18				4.35			30	3	PVC	1/2"	TSJ	#10	PICADORA NAGEMA - ÁREA DE EMPAQUE	14
15									8.18				4.35									16
17										8.18				4.35								18
19	-											1.5			30	2	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTE - RECEPCIÓN	20
21	-																					22
23	-													6.25	20	2	PVC	1/2"	THHN	#10	TOMACORREIENTE 240V - CUARTO DE ESPECIES 1	24
25	-											6.25										26
27	-																				-	28
29	-													6.25	20	2	PVC	1/2"	THHN	#10	TOMACORRIENTE 240V - PASILLO FRENTE A OF. GENERAL	30
31	-											6.25										32
33	-																				-	34
35	CUARTO FRÍO 2	THHN	#8	PVC	1"	30	3			16											-	36
37								16				16			30	3	PVC	1"	THHN	#8	CUARTO FRÍO 1	38
39									16				16									40
41	-													16								42

A	B	C	Desbalance	44.436%
75.98	49.33	88.78		

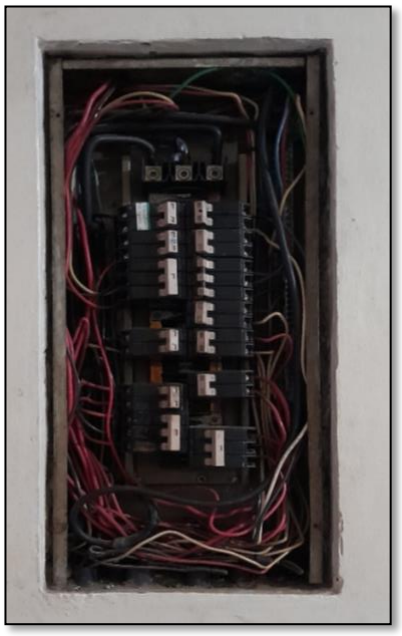
Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- El panel se encuentra saturado de cables, lo cual dificulta la identificación de circuitos
- No cuenta con cubre espacios.
- Los interruptores de los circuitos se encuentran con bastante suciedad.

- Los circuitos 35, 36, 37, 38, 39 y 40 alimentan a cuartos fríos y no cuentan con un breaker con protección a tierra
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos
- Se encuentran conductores, desconectados dentro del panel, los cuales no se identifican a que circuito pertenece.
- Existen empalmes dentro del panel
- Existen espacios con interruptores y sin circuito asignado
- Se encuentra subutilizado, la mayoría de los interruptores no están siendo utilizados o tienen poca carga conectada

Figura 10. *Subpanel 2*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.1.3. Subpanel 1.1

Marca: Cutler Hammer de 4 espacios

Niveles de voltaje: 120/240 V monofásico

Capacidad de barras: 125 A

Alimentador: Disposición 2 fases #8 AWG THHN proveniente del subapanel 1 y neutro #8 AWG THHN

Interruptor principal: 30 A 2 polos, marca Eaton tipo CH ubicado en subpanel 1 C-17,19

Tabla 5. *Cuadro de carga del subpanel 1.1*

SUBPANEL 1.1, marca Cutler Hamer de 4 espacio 120/240V monofasico, con capacidad de barras de 125 AMP, alimentador 2x8 AWG proveniente del subpanel 1 y neutro #8 AWG THHN

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N A B	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B		A	B	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMACORRIENTES 240V - BAÑO DE VARONES	THHN	#12	PVC	1/2"	15	2	12.5											-	2
3									12.5			2.69	15	1	PVC	1/2"	THHN	#12	ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES - BAÑO DE VARONES	4

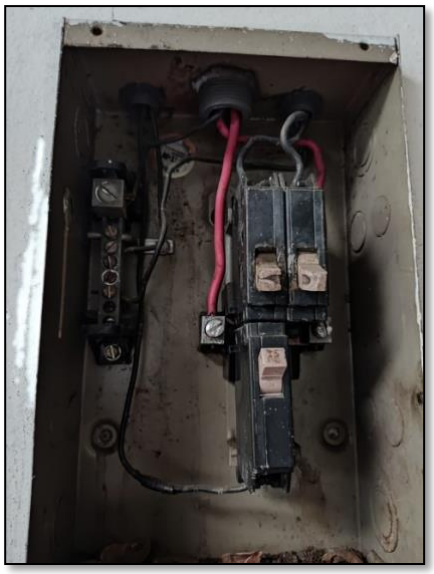
A	B	Desbalance	17.709%
12.50	15.19		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- No cuenta con tapa protectora
- Los interruptores de los circuitos se encuentran con bastante suciedad y flojos
- Mala ubicación, lo que impide el uso y mantenimiento del mismo
- No cuenta con protección a tierra
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos.

Figura 11. *Subpanel 1.1*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.2. Área de producción

En el área de producción se encuentran 4 subpaneles, los cuales alimentan iluminación y las máquinas utilizadas en empaque y producción 1 y 2, asimismo, alimentan

el cuarto frío 3 y la iluminación de los cuartos fríos 3,4 y 5. Cabe destacar que tres de ellos se encuentran concentrados en un mismo lugar y el otro se encuentra ubicado en empaque.

Es importante mencionar que estos subpaneles presentan muchas deficiencias con respecto a su aspecto físico, ubicación y distribución de la carga, además de ser materiales con años de utilización los cuales se encuentran obsoletos.

4.2.4.2.1. Subpanel 2.1

Marca: Cutler Hammer de 16 espacios

Capacidad de barras: 125 A

Niveles de voltaje: 120/240 monofásico

Alimentador: Disposición 2 fases #6 AWG THHN y neutro #6 AWG THHN

Interruptor principal: 30 A 2 polos, marca Eaton tipo CH ubicado en el subpanel 2 C-5,7

Tabla 6. *Cuadro de carga del subpanel 2.1*

SUBPANEL 2.1, Marca Cutler Hamer de 16 espacios con nievles de tension 120/240 monofasico, con barras de 125 amp, alimentador de 2x6 AWG proveniente del subpanel #2 y neutro #6 AWG THHN

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N C A	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	C	A		C	A	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMACORRIENTE - EMPAQUE	TSJ	#12	DUCTO	2X2"	15	1	1.5			8		15	1	DUCTO	2X2"	TSJ	#12	TOMACORRIENTE - EMPAQUE (REVANADORA)	2
3	TOMACORRIENTE - EMPAQUE	TSJ	#12	DUCTO	2X2"	15	1		1.5			6.25	15	2	DUCTO	2X2"	TSJ	#10	TOMACORRIENTE 240V - EMPAQUE	4
5	TOMACORRIENTE - EMPAQUE	TSJ	#12	DUCTO	2X2"	15	1	1.5			6.25									6
7	-																		-	8
9	-																		-	10
11	-																		-	12
13	-																		-	14
15	-																		-	16

C	A	Desbalance	55.072%
17.25	7.75		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- No cuenta con cubre espacios.
- Los interruptores de los circuitos se encuentran con bastante suciedad.
- Se encuentra subutilizado, 4 de los circuitos alimentan tomacorrientes sin uso

- Mala ubicación, lo que impide el uso y mantenimiento del mismo
- No cuenta con protección a tierra

Figura 12. *Subpanel 2.1*

Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.2.2. Sub panel 3

Marca: Cutler Hammer de 30 espacios

Voltaje: 120/240 voltios trifásicos.

Capacidad de barras: 200 A

Alimentador: disposición 3 fases 1/0 AWG THHN, sin neutro, y tierra 1/0 AWG THHN.

Interruptor Principal: 150 Amperios, marca Eaton tipo CC (comparte interruptor con el sub panel 4)

Tabla 7. *Cuadro de carga del subpanel 3*

SUBPANEL 3, marca Cutler Hamer de 30 espacios con niveles de tensión 120/240 trifasico, con alimentador 3x1/0 AWG proveniente de Interruptor 150 AMP ubicado en el panel de derivaciones

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1								6													-	2
3	CUTTER SCHNEIDMISCHER	TSJ	#10	DUCTO	4X4"	60	3		6													4
5										6											-	6
7								5.5				16										8
9	EMBUTIDORA HADTMAN	TSJ	#10	DUCTO	4X4"	20	3		5.5				16		30	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#10	MEZCLADORA RUHLE	10
11										5.5				16								12
13												1.01										14
15	-												1.01		20	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#10	MEZCLADORA TAMBOR	16
17														1.01								18
19								16.5				-										20
21	CUTTER Y MOLINO SEMA	TSJ	#10	DUCTO	4X4"	60	3		16.5				-		20	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#10	MOLINO	22
23										16.5				-								24
25	-																				-	26
27	-																				-	28
29	-																				-	30

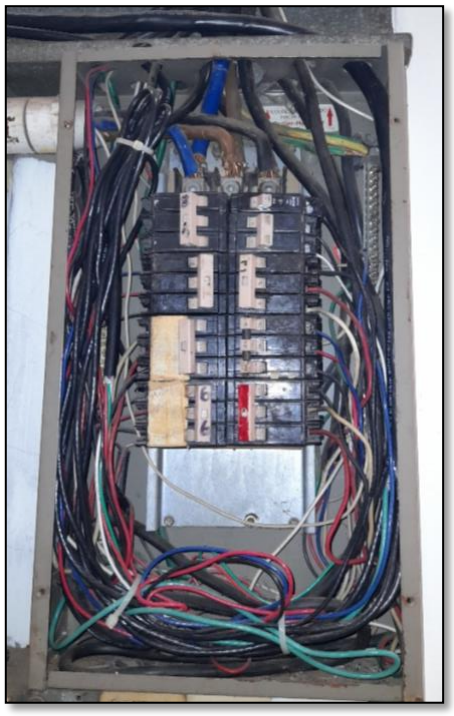
A	B	C	Desbalance	0.000%
45.01	45.01	45.01		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- Los bornes de alimentación están saturados con conductores, dichos conductores presentan cortes de alambres para calzar en la bornera
- El panel se encuentra saturado de cables, lo cual dificulta la identificación de circuitos
- No cuenta con cubre espacios.
- Los interruptores de los circuitos se encuentran con bastante suciedad.
- El circuito 3 y 4 se encuentra en una zona muy húmeda por lo tanto el conductor se encuentra mojado y no cuenta con un breaker con protección a tierra.
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos

Figura 13. *Subpanel 3*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.2.3. Subpanel 4:

Marca: Cutler Hammer de 30 espacios

Voltaje: 120/240 voltios trifásicos.

Capacidad de barras: 200 amperios.

Alimentador: disposición 3 fases 1/0 AWG THHN, sin neutro, y tierra #8 AWG THHN.

Interruptor Principal: 150 Amperios, marca Eaton tipo CC (comparte interruptor con el sub panel 3).

Tabla 8. *Cuadro de carga del subpanel 4*

SUBPANEL 4, marca Cutler Hamer de 30 espacios con niveles de tensión 120/240 trifasico, con alimentador 3x1/0 AWG proveniente de Interruptor 150 AMP ubicado en el panel de derivaciones

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	ILIMINACIÓN - CUARTO FRÍO 3, 4 Y 5	TSJ	#14	PVC	1/2"	20	1	10.78				39										2
3	CUARTO FRÍO 3	TSJ	#8	DUCTO	4X4"	20	2		17.96				39		60	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#10	CUTTER MEISSNER RSM 65	4
5										17.96				39								6
7	EMBUTIDORA HADTMAN VF610	THHN	#10	DUCTO	4X4"	30	3	9.2				20.35										8
9									9.2				20.35		60	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#8	MOLINO INDUSTRIAL MEISSNER	10
11										9.2				20.35								12
13	-											1.71										14
15	SIERRAS SIN FIN, SELLADORA AL VACÍO Y HORNOS LINKRICH	TSJ	#8	DUCTO	4X4"	60	3		8.6						30	2	PVC	1//2"	THHN	#12	ILUMINACIÓN - HORNOS	16
17										8.6				13.96								18
19								8.18				7.46			40	3	DUCTO	4X4"	TSJ	#8	SUBPANEL 4.1	20
21	-												4.03									22
23	ILUMINACIÓN - PRODUCCIÓN 1	THHN	#12	PVC	1/2"	20	1			3.78				4.88	20	1	PVC	1/2"	THHN	#14	ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES - PRODUCCIÓN 2	24
25	-																				-	26
27	-																				-	28
29	-																				-	30

A	B	C	Desbalance	21.233%
96.68	99.14	117.73		

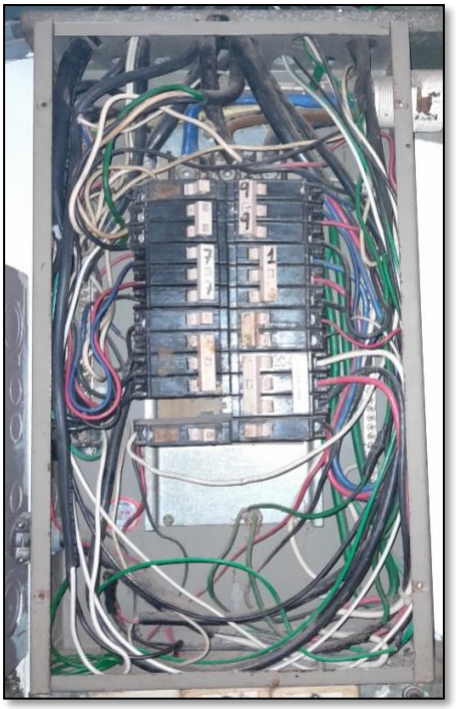
Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones

- El panel se encuentra saturado de cables, lo cual dificulta la identificación de circuitos.
- No cuenta con cubre espacios.
- Se encuentran conductores, desconectados dentro del panel, los cuales no se identifican a que circuito pertenece.
- Existen conductores de puesta a tierras conectados a la carcasa del panel y no a la barra de puesta a tierra.
- Existen empalmes realizados dentro del panel.
- En los circuitos 9 y 10, existe una saturación de conductores en la bornera de sus interruptores.

- En el circuito 7, existe una derivación hacia un toma corriente en la cual no se utiliza el empalme correcto, y no se encuentra aislamiento en la zona empalmada.
- El circuito 5 cuenta con su conductor de tierra, pero este se encuentra desconectado del dispositivo de salida (toma corriente).
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos

Figura 14. *Subpanel 4*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.2.4. Sub panel 4.1

Marca: Cutler Hammer de 16 espacios

Voltaje: 120/240 voltios trifásicos.

Capacidad de barras: 125 amperios.

Alimentador: disposición 3 fases #8 AWG THHN, sin neutro y tierra 1/0 AWG THHN.

Interruptor Principal: 40 Amperios 3 polos, marca Eaton tipo CH, ubicado en el sub panel 4 C-18,20,22

Tabla 9. *Cuadro de carga del subpanel 4.1*

SUBPANEL 4.1 marca Cutler Hamer de 16 espacios con niveles de tension 120/240 voltios trifasico, capacidad de barras de 125 AMP y alimentador 3x8 AWG proveniente del sub panel 4.

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N C A B	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	C	A	B		C	A	B	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TENDERIZADORA Y TOMACORRIENTE	TSJ	#12	PVC	1/2"	50	1	6.5				4.46										2
3	-												4.46		20	3	PVC	1/2"	TSJ	#10	PICADORA DE HIELO	4
5	-																					6
7								3														8
9	INYECTORA SUHNER	TSJ	#10	PVC	1/2"	15	3		3						30	3	PVC	1/2"	TSJ	#10	MEZCLADORA	10
11										3				1.03								12
13	-																				-	14
15	-																				-	16

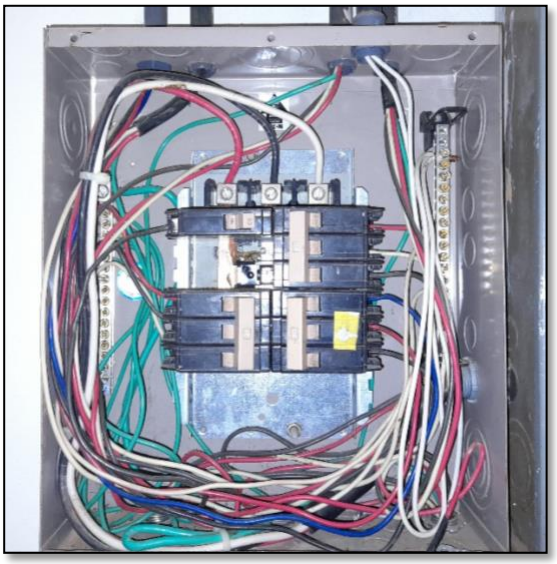
C	A	B	Desbalance	46.562%
13.96	7.46	4.03		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- El panel se encuentra saturado de conductores, lo cual dificulta la identificación de circuitos.
- Se encuentra suciedad en las barras de los paneles.
- Sus circuitos están en áreas muy húmedas y no cuentan con interruptor o toma con protección a tierra
- No se cuenta con cubre espacios.
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos
- El área que alimenta cuenta con zonas de alta concentración de humedad
- Existen cajas de derivaciones, sin su tapa correspondiente y empalmes sin el debido aislamiento
- Los conductores de la maquinaria pasan sobre el piso mojado

Figura 15. *Subpanel 4.1*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.3. Área de Taller

En el área del taller se encuentran 3 subpaneles, los cuales dos de ellos son destinados a la alimentación de cuartos fríos 4, 5, 6 y 7, tanto en iluminación como en refrigeración, y el tercero es utilizado para la alimentación de tomacorrientes e iluminación del área de taller y bodegas. Estos subpaneles se encuentran ubicados en la parte trasera de la empresa. 4.2.4.3.1

4.2.4.3.1. Sub panel 5

Marca: Eaton de 30 espacios

Voltaje: 120/240 voltios trifásicos.

Capacidad de barras: 225 amperios.

Alimentador: disposición 3 fases 2/0 AWG THHN, sin neutro, y tierra 1/0 AWG THHN.

Interruptor Principal: 225 Amperios, marca Eaton tipo CC, proveniente del interruptor de 150 A de la caja de derivaciones.

Tabla 10. *Cuadro de carga del subpanel 5*

SUBPANEL 5, marca EATON de 30 espacios con niveles de tension 120/240V, barras de 225 amp, interruptor principal de 225 amp y alimentador de 3x #2/0 AWG, proveniente del interruptor de 150 amp del panel de distribuccion

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	CONGELADOR 7 A	TSJ	#8	PVC	1"	60	3	27.6				-			100	3	PVC	1"	TSJ	#8	CONGELADOR 7 B	2
3									27.6				-									4
5										27.6				-								6
7	CONGELADOR 5	TSJ	#8	PVC	1"	60	3	-				21.8			60	2	PVC	1/2"	TSJ	#8	CUARTO FRIO 6 B	8
9									-				21.8									10
11										-				12.99	50	2	PVC	1"	TSJ	#6	SUBPANEL 5.1 y 5.2 - TALLER	12
13	-											19.96										14
15																					-	16
17														1.5	20	1	PVC	1"	TSJ	#12	TOMACORRIENTE - TALLER	18
19	CUARTO FRIO 6 A	TSJ	#8	PVC	1"	60	3	10.95				-			60	3	PVC	1"	TSJ	#8	CUARTO FRIO 4	20
21									10.95				-									22
23										10.95				-								24
25	-																				-	26
27	-																				-	28
29	-																				-	30

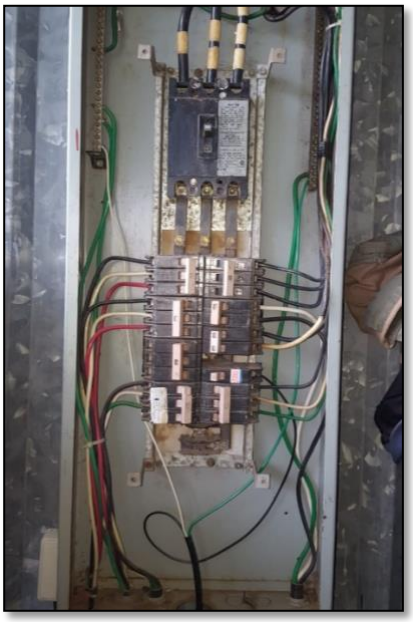
A	B	C	Desbalance	24.854%
80.31	60.35	53.04		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- No existe un conductor neutro en el panel.
- El panel no cuenta con cubre espacios.
- Se observó señales de suciedad en las barras del panel
- En los espacios 13,15,17 existe un interruptor de 3 polos 60 amperios, sin ningún circuito designado
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos

Figura 16. *Subpanel 5*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.3.2. Sub panel 5.1 (Evaporadores)

Marca: Cutler Hammer de 12 espacios

Voltaje: 120/240 voltios monofásicos

Capacidad de barras: 125 amperios.

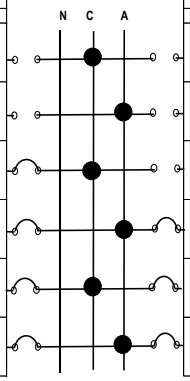
Alimentador: disposición 2 fases + neutro + tierra #6 AWG TSJ.

Interruptor Principal: 50 Amperios 3 polos, marca Eaton tipo CH, ubicado en el sub panel 5 C-12,14 (comparte interruptor con panel 5.2)

Tabla 11. *Cuadro de carga del subpanel 5.1*

SUBPANEL 5.1, Marca Cutler Hamer de 12 espacio con nivel de tension 120/240V, barras de 125 amp y alimentador 2X #6 AWG, provenientes del subpanel 5

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	C	A		C	A	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	-																		-	2
3	-																		-	4
5	ILUMINACIÓN - CUARTO FRIO 7	THHN	#12	PVC	1/2"	15	1	9.24											-	6
7	ILUMINACIÓN - CUARTO FRIO 6 Y TALLER	THHN	#12	PVC	1/2"	15	1		9.41			5.3	30	1	PVC	1/2"	THHN	#12	EVAPORADOR GRANDE	8
9	RESISTENCIA	THHN	#12	PVC	1/2"	20	2	-			2.25		30	2	PVC	1/2"	THHN	#12	EVAPORADOR PEQUEÑO	10
11									-			2.25								12



C	A	Desbalance	32.252%
11.49	16.96		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- El panel no cuenta con tapa protectora.
- Las barras se miran con suciedad.
- El panel no cuenta con conductor de tierra, entonces utilizan la barra de neutro como tierra y neutro
- Los interruptores termomagnéticos no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos

Figura 17. *Subpanel 5.1*

Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.3.3. Sub panel 5.2 (Taller)

Marca: Cutler Hammer de 8 espacios

Voltaje: 120/240 voltios monofásico

Capacidad de barras: 125 amperios.

Alimentador: disposición 2 fases + neutro + tierra #6 AWG TSJ.

Interruptor Principal: 50 Amperios 3 polos, marca Eaton tipo CH, ubicado en el sub panel 5 C-12,14 (comparte interruptor con panel 5.1)

Tabla 12. *Cuadro de carga del subpanel 5.2*

SUBPANEL 5.2, Marca Cutler Hamer de 8 espacios con nivel de tension 120/240V, barras de 125 amp y alimentador 2X #6 AWG, provenientes del subpanel 5

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N C A	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	C	A		C	A	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMACORRIENTE - TALLER	THHN	#12	PVC	1/2"	30	1	1.5											-	2
3	-																		-	4
5	-																		-	6
7	TOMACORRIENTE - TALLER	THHN	#12	PVC	1/2"	50	1		1.5			1.5	30	1	PVC	1/2"	THHN	#12	TOMACORRIENTE - TALLER	8

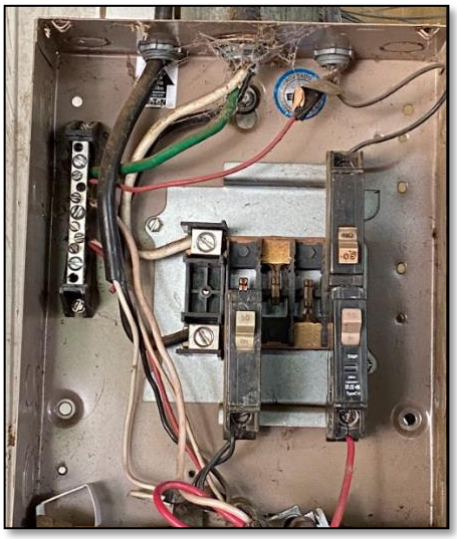
C	A	Desbalance	50.000%
1.50	3		

Fuente. *Elaboración propia*

Observaciones:

- El panel se encuentra sin tapa protectora
- Se encuentran sus barras con suciedad
- No existe barra de tierra, utiliza la barra de neutro como tierra y neutro
- Los interruptores termomagnéticos están sobredimensionados y no se encuentran marcados lo que impide visualizar la capacidad de los mismos
- Conductores e interruptores obsoletos debido a que la instalación es vieja

Figura 18. *Subpanel 5.2*



Fuente. *Elaboración propia*

4.2.4.4. Resumen de cuadro de paneles y porcentaje de desbalance total

Una vez analizado de manera individual cada uno de los centros de carga instalados en la empresa Bavaria, se procede a realizar un resumen de los mismos. En la siguiente tabla se muestra el centro de carga, la cantidad de circuitos que este posee, los amperios por fase, alimentador principal, tubería Conduit, protecciones y desbalance general de la instalación.

Tabla 13. *Consolidado de los centros de carga*

Descripción	Circuitos	Fases/Amperios			Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Desbalance
		A	B	C	Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	
SUB-PANEL 1	12	31.93	36.31	-	THHN	#4	PVC	1"	225	3	12%
SUB-PANEL 2	10	75.98	49.3	88.78	THHN	1/0	PVC	1 1/2"	225	3	44%
SUB-PANEL 1.1	2	12.5	15.19	-	THHN	#8	PVC	1/2"	30	2	18%
SUB-PANEL 2.1	5	7.75	-	17.25	THHN	#6	PVC	1/2"	30	2	55%
SUB-PANEL 3	6	45.01	45.01	45.01	THHN	1/0	PVC	1 1/2"	150	3	0%
SUB-PANEL 4	10	96.68	99.14	117.73	THHN	1/0	PVC	1 1/2"	150	3	21%
SUB-PANEL 4.1	4	7.46	4.03	13.96	TSJ	#8	DUCTO	4X4"	40	3	47%
SUB-PANEL 5	8	80.31	60.35	53.04	THHN	2/0	PVC	2"	225	3	25%
SUB-PANEL 5.1	5	16.96	-	11.49	TSJ	#6	PVC	1"	50	2	32%
SUB-PANEL 5.2	3	3	-	1.5	TSJ	#6	PVC	1"	50	2	
Total	65	377.58	309.33	348.76	Desbalance			18%			

Fuente. *Elaboración propia*

En la tabla anterior se muestra el porcentaje de desbalance total de la instalación, la cual se calculó con la fórmula citada en el apartado 4.2.4. Centros de carga y protecciones

Las cargas en amperios por fase son:

- Carga fase A: 377.58 A
- Carga fase B: 309.33 A
- Carga fase C: 348.76 A

Utilizando la fórmula de desbalance

$$D\% = \frac{377.58\ \text{A} - 309.33\ \text{A}}{377.58\ \text{A}} * 100\%$$

El desequilibrio entre las fases es 18% por lo tanto, la distribución de las cargas por fase en los centros de carga no cumple con el rango establecido.

4.2.4.5. Normativas infligidas en la instalación eléctrica según el CIEN

Según el artículo 120-12 Ejecución mecánica del trabajo, inciso a (aberturas abiertas no utilizadas) dice: En las cajas, canalizaciones, gabinetes, canales auxiliares y carcazas o cubiertas de equipos, las aberturas no utilizadas deben estar totalmente cerradas, para proveer una protección material equivalente a la cubierta del equipo.

Según el artículo 120-14 Conexiones eléctricas, inciso a (conexión de terminales) dice: La conexión de los conductores a las terminales – de los aparatos o dispositivos- debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores. En general, se deben emplear zapatas soldadas, de presión o cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. En el caso de conductores de calibre 8.37mm2 o menor, puede hacerse mediante un tornillo que se adecuado para el objeto.

Según el artículo 120-14 Conexiones eléctricas, inciso b (Empalmes) dice: Los conductores deben empalmarse o unirse de manera que se asegure una buena conexión mecánica y eléctrica. Se recomienda para ello el uso de dispositivos de unión adecuado o bien aplicar soldadura sobre los empalmes o uniones.

Según el artículo 128-18 identificación de medios de desconexión, dice: Deben marcarse claramente cada medio de desconexión requerido por este código para motores, electrodomésticos, acometidas y circuito alimentador o derivado en el punto indicando su uso a menos que estén ubicados y dispuestos de tal manera que el propósito sea evidente. El marcado debe ser legible para soportar efectos de las condiciones ambientales.

Según el artículo 250-3 2 Canalizaciones y ductos de acometida dice. Los gabinetes y ductos metálicos para los conductores de las acometidas y equipos deberán ser puesto a tierra

Según el artículo 250-42 Equipos fijos o conectados por métodos de alambrado permanente. Las partes metálicas descubiertas de equipos fijos, no destinadas a transportar corriente y que tengan probabilidades de llegar a ser energizadas, deben ser puestas a tierra cuando exista cualesquiera de las condiciones especificadas a continuación: Distancias vertical y horizontal. Cuando estén dentro de una distancia de 2.40m verticalmente ó de 1.50m horizontalmente de la tierra, o de objetos metálicos puestos a tierra y expuestos a contacto de personas. b) Lugares húmedos o mojados.

Según el artículo 410-12. Tapas de las cajas de registro: En una instalación todas las cajas deben contar con su tapa a menos que estas queden cubiertas por una tapa ornamental, portalámpara, receptáculo o un dispositivo equivalente.

según el artículo 440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilizan cordones flexibles para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no será mayor de 3 m para un equipo de 120 V nominales, ó 1.8 m para equipos de 208 V ó 240 V nominales.

Según el artículo 400-8 Usos no permitidos. A menos que se permita su uso específicamente en la Sección 400-7, los cables y cordones flexibles no deben utilizarse: 1) como sustituto de las instalaciones fijas de una estructura; 2) donde exista una trayectoria que sea a través de orificios en paredes, techos o pisos; 3) donde la trayectoria sea a través de puertas de entrada, ventanas o aberturas similares; 4) cuando estén fijos en la superficie de los inmuebles; 5) donde están ocultos detrás de paredes, techos o pisos en inmuebles;

o 6) cuando sean instalados en canalizaciones, excepto cuando lo permita este Código en alguna de sus secciones.

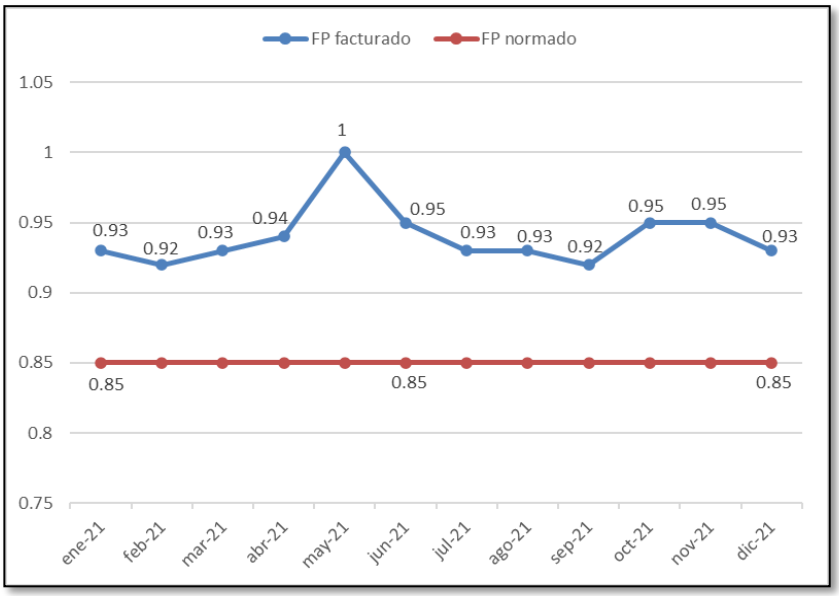
4.2.5. Banco de condensadores y factor de potencia

Los capacitores son elementos eléctricos utilizados para almacenar energía y para compensar energía reactiva, aumentando así el factor de potencia. Cabe destacar que, el factor de potencia mide el aprovechamiento de la energía de una instalación. Si este factor es menor de 0.85, la empresa distribuidora (Disnorte-Dissur) emitirá un recargo o multa por tener bajo factor de potencia.

La empresa de alimentos Bavaria S.A cuenta con un banco de capacitores de 50KVar, el cual es utilizado para mantener un factor de potencia igual o mayor a 0.85, esto debido a que cuentan con equipos de poca eficiencia, es decir, con bajo factor de potencia.

En la siguiente ilustración, se muestra el comportamiento histórico del factor de potencia para el año 2021:

Figura 19. *Factor de potencia histórico en el año 2021*

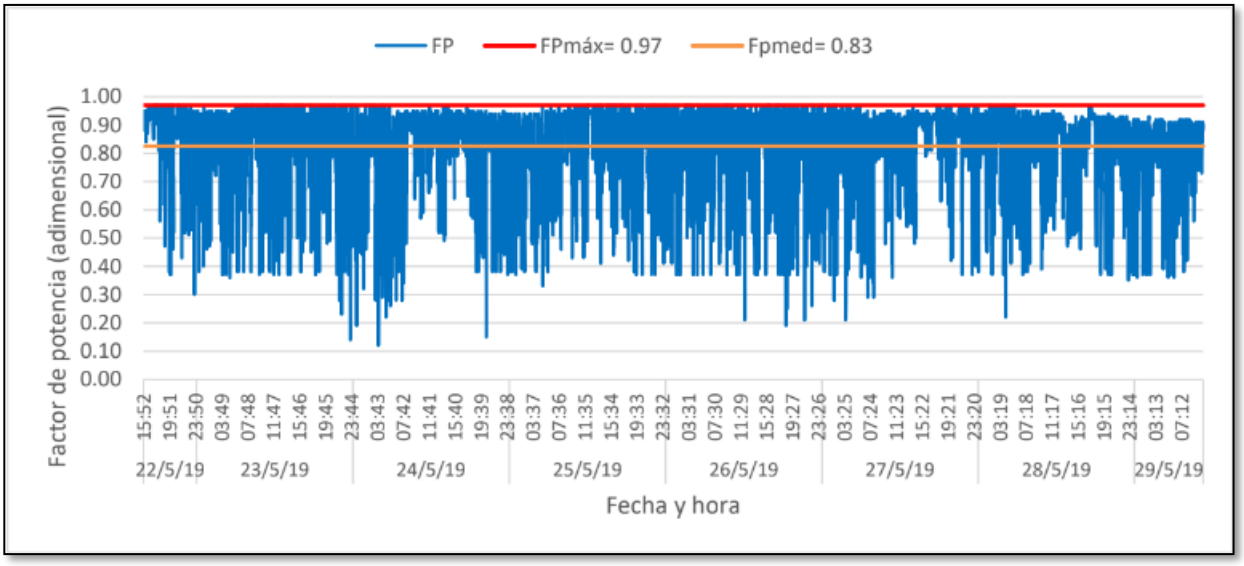


Fuente. *Elaboración propia*

Según la ilustración anterior, se observa que durante todo el período evaluado la empresa presenta un factor de potencia muy por encima del mínimo (0.85) establecido con valor promedio de FP= 0.94.

Es importante mencionar que, el factor de potencia de la empresa no siempre fue mayor a 0.85, para el año 2019 tenía un factor de potencia promedio de 0.83, un FP tan bajo que conllevó a pagar multa por bajo factor de potencia. A continuación, se muestra una ilustración de lo antes mencionado:

Figura 20. *Factor de potencia sin BC (año 2019)*



Fuente. *Elaboración propia*

En la ilustración anterior se observa el comportamiento del factor de potencia de la empresa sin los bancos de capacitores, posteriormente, entraron en funcionamiento los BC y mejoraron considerablemente el factor de potencia. Es por ello la importancia del debido mantenimiento de los mismos, para evitar multas por bajo factor de potencia.

4.3. Planos eléctricos actuales

En este apartado se muestran los planos eléctricos de iluminación, fuerza y diagrama unifilar actuales de la empresa Bavaria S.A.

Para el levantamiento del sistema actual de la empresa, se hicieron visitas de campo tres veces por semana, en las que se contaron y se ubicaron los tomacorrientes, luminarias, apagadores, centros de carga, bancos de capacitores, cajas de registro (en caso que existieran) y unidades de aire acondicionado y posteriormente se digitalizó en AutoCAD. Asimismo, se hizo seguimiento de circuitos y se dibujó el cableado para cada una de las cargas y se etiquetaron según el circuito y centro de carga al que pertenecían. Cabe destacar que, la empresa Bavaria, no contaba con un plano arquitectónico en físico ni en digital, por lo tanto, se realizó el levantamiento arquitectónico del lugar y posteriormente se digitalizó en AutoCAD.

Por otro lado, una vez finalizado el levantamiento arquitectónico y del sistema eléctrico actual, se procedió a realizarse el diagrama unifilar de la empresa, para ello se hizo uso de los planos de iluminación, tomacorrientes y del seguimiento de circuito que se realizó con anticipación, para finalmente digitalizarlo en AutoCAD.

Para la realización de los planos eléctricos se hizo uso de la siguiente simbología:

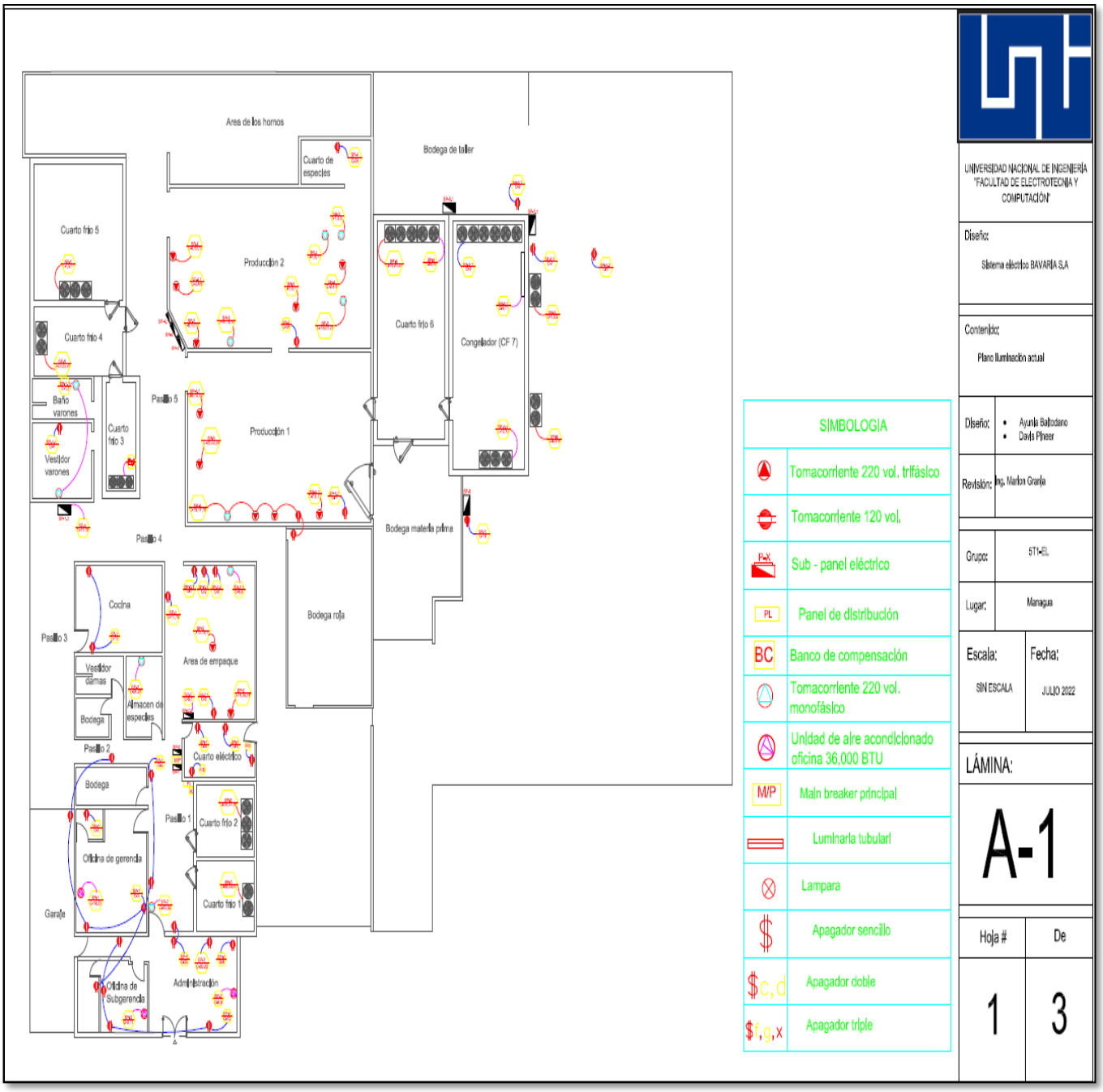
Figura 21. *Simbología*

Fuente. *Elaboración propia*

4.3.1. Plano de fuerza

A continuación, se muestra el plano de tomacorrientes actual de Bavaria S.A:

Figura 22. *Plano de tomacorrientes*

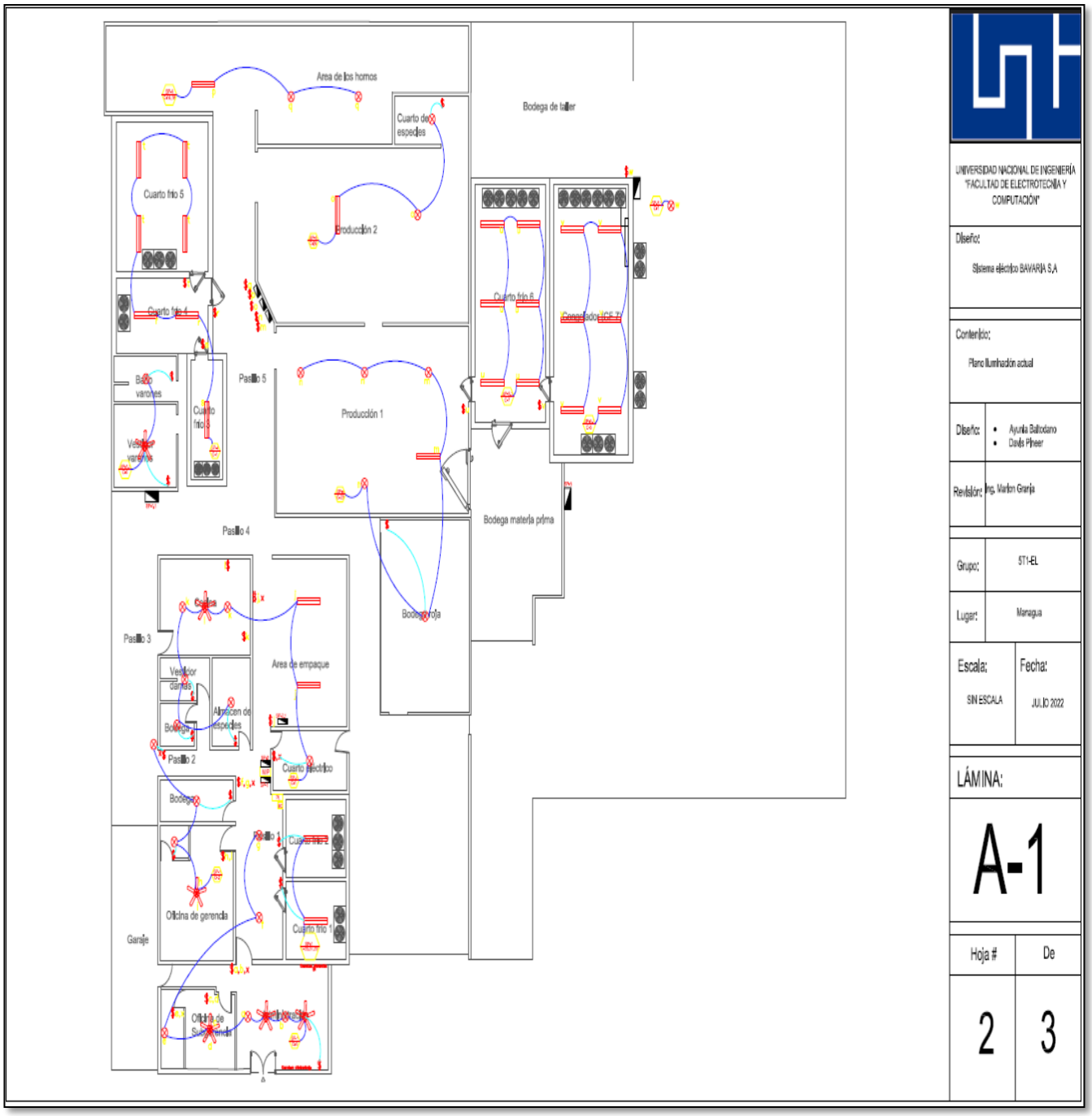


Fuente. *Elaboración propia*

4.3.2. Plano de iluminación

A continuación, se muestra el plano de iluminación actual de Bavaria S.A:

Figura 23. *Plano de iluminación*

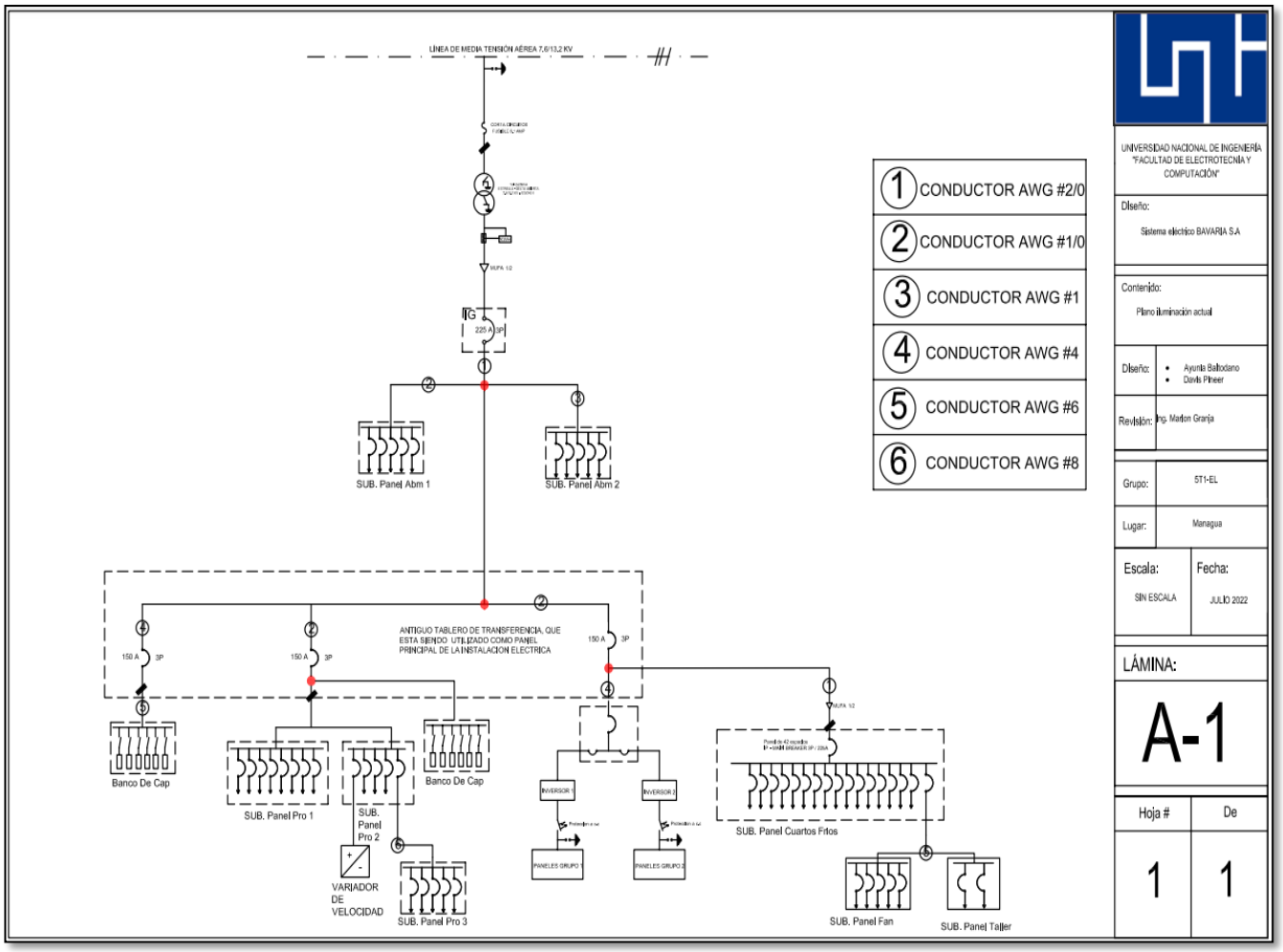


Fuente. *Elaboración propia*

4.3.3. Diagrama unifilar

A continuación, se muestra el diagrama unifilar actual de Bavaria S.A:

Figura 24. *Diagrama unifilar*



Fuente. *Elaboración propia*

4.4. Conclusión

En este capítulo se recopiló información obtenida mediante la inspección realizada a las instalaciones del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A, en el cual se detallaron aspectos tales como generalidades de la empresa, fuentes de alimentación, censo de carga, cargabilidad de transformadores, acometida, centros de carga, protecciones, porcentaje de desbalance, normativas infligidas en la instalación eléctrica según el CIEN, banco de capacitores y factor de potencia, asimismo, se adjuntaron los planos eléctricos correspondientes a la instalación actual de la empresa.

A rasgos generales se pueden resumir los siguientes aspectos, considerados los de mayor importancia ya que involucran a todas las áreas de la empresa.

- Como resultado de las inspecciones es posible decir que todos los espacios de trabajo presentan deficiencias en cuanto a las condiciones físicas de la instalación, lo que conlleva a mal estado de los centros de carga, interruptores, conductores y consecuentemente los sistemas de iluminación, fuerza y climatización.
- El centro de transformación y acometida se encuentran al 65% y 45% de su capacidad nominal respectivamente, lo que indican que están sobredimensionados y tiene capacidad para incremento de cargas futuras.
- En cuanto a los centros de carga es importante mencionar que existen paneles que se encuentran mal ubicados e imposibilitan el acceso a los mismos, además presentan un porcentaje de desbalance bastante alto, lo que implica que la instalación general se encuentre al 18% de desbalance. Asimismo, estos contienen circuitos cuya protección no es la adecuada o bien están subutilizados, del mismo modo, existen espacios en los paneles que no poseen cubre espacios.
- La empresa cuenta con dos bancos de capacitores de 25kVar cada uno, los cuales mantienen un factor de potencia promedio de 0.94.

Para finalizar este capítulo, cabe recalcar que se obtuvieron resultados satisfactorios, ya que se recopiló la información necesaria para continuar con la fase de propuesta de rediseño y luego evaluar los beneficios técnico-económicos de dicha mejora al sistema eléctrico.

CAPITULO V

REDISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAVARIA S.A

En el capítulo anterior se describió el estado actual del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A, mediante el cual se observaron las deficiencias que presentaba la instalación en cuanto a sus condiciones físicas, de las cuales podemos destacar el mal estado de los centros de carga y circuitos derivados, y la subutilización o sobreutilización de los mismos. Cabe destacar que el sistema eléctrico en cuestión tiene más de 25 años de uso y no cuenta con información técnica actualizada.

Al analizar el levantamiento realizado y los resultados obtenidos, surge la necesidad de brindar solución a este problema, por lo tanto, se decidió realizar una propuesta de rediseño del sistema eléctrico implementando nuevas tecnologías y que cumpla con las normas del CIEN. Es importante mencionar que para esta propuesta se hará uso de algunos recursos no obsoletos ya existentes en la instalación.

En el presente capítulo se detallan los cálculos elementales realizados en el proceso de rediseño, los cuales abarcan la capacidad de transformador y acometida, selección, cantidad, balaceo y ubicación de los centros de carga, circuitos derivados, selección de conductores, caída de tensión, canalización y sus respectivas protecciones por circuito, además se reubicarán tomacorrientes, luces y se evaluará la capacidad del banco de capacitores existente para la disminución de energía reactiva. Asimismo, contendrá apartados en específico para iluminación, climatización y sistema de puesta a tierra.

Finalmente, se incluirán los planos de fuerza, iluminación y diagrama unifilar correspondientes a la propuesta de rediseño y se añadirá un presupuesto total que contendrá la lista de materiales a utilizar y mano de obra, para posteriormente analizar los beneficios técnico-económicos de la propuesta de mejora realizada. Cabe mencionar que dicha propuesta se ajusta a la normativa eléctrica vigente del país y que además será segura, flexible, económica, accesible y eficiente.

5.1. Criterios generales de diseño

Para el proceso de rediseño, se deben considerar ciertos criterios y parámetros ya establecidos por la normativa vigente en el país, de los cuales destacan el porcentaje de caída de tensión y porcentaje de desbalance de centros de carga, asimismo, se utilizarán parámetros para la correcta selección y ubicación de los elementos existentes en la instalación.

El presente rediseño se elaborará teniendo en cuenta los siguientes criterios generales:

5.1.1. Seguridad

Se considerarán las acciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de los equipos, de la infraestructura y del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

5.1.2. Instalación reciclada

En la etapa de levantamiento se realizó una inspección visual del estado de la instalación eléctrica actual y se consideró la posibilidad de reutilizar ciertos equipos existentes.

5.1.3. Flexibilidad para cambios en el sistema

Se preverá la posibilidad de efectuar cambios en el sistema eléctrico para adaptar las instalaciones a nuevas cargas. Para ello, se dejarán espacios para localizar equipos adicionales y para el dimensionamiento de los elementos eléctricos se tendrá en cuenta las proyecciones de aumento de demanda.

5.1.4. Caída de tensión

El dimensionamiento de los conductores será tal que las tensiones eléctricas en los sitios de utilización no superen los límites definidos por el CIEN. Desde bornes de transformador hasta los tableros de distribución se limitará la caída de tensión eléctrica a un valor de 2% y desde el tablero de distribución hasta la carga más alejada será del 3% para una caída de voltaje total máxima de 5%.

5.1.5. Iluminación

Se hará uso del sistema de iluminación general localizada, el cual consiste en una iluminación uniforme, pero focalizando las zonas de trabajo según el trabajo a realizar, sin despreciar las zonas de tránsito.

Se utilizarán los criterios establecidos en la CIE para ambientes de interiores que nos indica iluminancia mantenida (Em, lux), capacidad unifica límite de deslumbramiento (CUD), índice mínimo del rendimiento de color (Ra).

Se considerarán luminarias que garanticen alta eficiencia lumínica, factor de potencia, vida útil y eficiencia energética, por ello se utilizara luces tipo LED.

El tipo de temperatura de color a utilizar será blanco neutro, dentro de los rangos de 3300K a 5500k, cuya temperatura ayuda a mejorar la concentración en los lugares. Se utilizará un factor de mantenimiento de 0.8 y reflectancia en las paredes de 0.6.

5.1.6. Tomacorrientes

En las áreas administrativas se utilizarán tomacorriente de grado comercial, con capacidad de amperios y voltaje polarizado con terminal de tierra, las especificaciones técnicas serán mostrada en anexo y planos.

Para zonas húmedas, como baños, cocinas se utilizarán toma corrientes con protección a tierra a como menciona el CIEN, en las zonas de producción se utilizarán tomacorriente de grado industrial para el conexionado de los equipos, cuyas especificaciones serán seleccionadas mediante el equipo a conectar, las cuales serán mostrada en anexos y planos.

La distribución e instalación de los circuitos de tomacorriente será dependiente de la ubicación de los equipos en uso y equipos a futuro a instalar, se tomará como criterio una separación de un metro entre tomacorriente, su altura de montaje será de 80 cm a nivel del suelo, en caso especiales como las áreas húmedas de producción los tomacorrientes serán instalados a una altura mayor de 1.2m.

5.1.7. Capacidad de conducción

Para la determinación del conductor y tomando en cuenta el NEC, se calculará la sección de los conductores de tal forma, que la intensidad máxima que va a circular por ellos sea inferior a la especificada en las tablas de citado NEC y tomando en cuenta que el conductor mínimo a instalar en una nueva instalación es 14 AWG o 2.08mm.

5.1.8. Centro de carga

Se instalará un tablero eléctrico por área de tipo empotrado, controlados por un tablero principal, esto brindara un diseño funcional, frente a una posible ampliación posterío, de la tal manera que se pueden independizar sectores para mejoras en el mantenimiento de la instalación eléctrica, se dejara un 30% de espacio libre por tablero en caso de expansiones en el área. Cabe destacar que, estos serán ubicados en espacios adecuados y normalizados para la circulación de personal y para efectuar labores de mantenimiento.

También se considera la instalación de supresores de picos en el tablero eléctrico correspondiente del área de administración para la protección de los equipos ofimáticos, y equipos sensibles a corrientes transitorias.

5.1.9. Protecciones

El tipo de protección a utilizar es la “Protección contra sobre corriente”, específicamente se utilizará interruptores termomagnéticos o breakers. Para la selección de los dispositivos de protección se toma en cuenta la corriente nominal del circuito, en el cual la protección no debe ser menor a la ampacidad instalada.

Para los circuitos que contengan aires acondicionado o cualquier equipo accionado por un motor eléctrico, la protección se considera la corriente de arranque cuyo factor es del 125%.

Las capacidades normalizadas de interruptores termomagnéticos son: 15,20,25,30,35,40,45,50,60,70,80,90,100,110,125,150,175,200,225,250,300,350,400,450, 500,600,700,800,1000,1200,1600,2000,2500,3000,4000,5000 y 6000 A.

5.1.10. Climatización

En cuanto a los criterios y métodos de planeación que se requieren para instalar sistemas de climatización se encuentran:

- Confort de los ocupantes:
- Ahorro de energía
- Posición de la unidad de climatización

El primer criterio se refiere a que se debe instalar un sistema de climatización que pueda suplir las necesidades del ambiente considerando todos los elementos de este, como Son: cantidad de personas, cantidad de equipos y área. Este criterio se traduce en un valor especificado por el fabricante de sistemas de climatización conocido como BTU, que denota la capacidad de enfriamiento que ofrece el equipo.

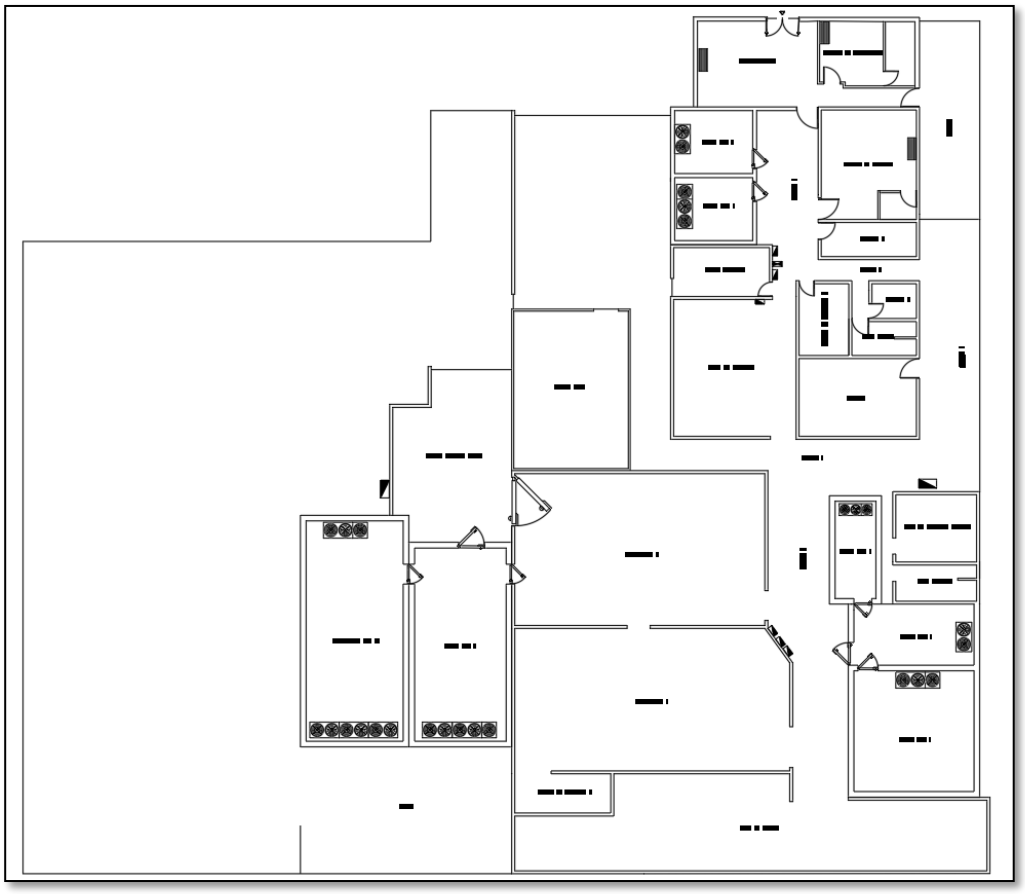
El segundo criterio hace referencia al consumo energético, y que también se traduce a un valor especificado por los fabricantes, conocido como SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) que no es más que un coeficiente que mide la eficiencia energética de un aire acondicionado y que describe la cantidad de frío que la unidad brinda por cada vatio de energía consumido.

El tercero y último criterio a como su nombre lo indica, refiere a la posición de la unidad de aire acondicionado, esto con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento del sistema de climatización. Se procurará que el sistema de climatización se ubique siempre en el norte, si esto no es posible, será en el oeste, si las dos posiciones anteriores no son posibles entonces se colocará en el este o en el sur.

5.2. Aspectos técnicos

El primer aspecto por considerar es la descripción física del edificio, este es una planta de construcción horizontal que cuenta con tres áreas principales: Administración, producción y taller, y además dispone de 7 cuartos fríos en total que se encuentran distribuidos a lo largo de la empresa. A continuación, se muestra el plano arquitectónico de la empresa.

Figura 25. *Plano arquitectónico de Bavaria S.A*



Fuente. *Elaboración propia*

5.2.1. Descripción de las áreas

A continuación, se hará una descripción detallada de las tres áreas principales de la empresa Bavaria S.A, en la que se mencionarán características físicas tales como subdivisiones y dimensiones del área.

5.2.1.1. Administración

El área administrativa cuenta con 3 oficina climatizada (recepción, gerencia y subgerencia), 1 cuarto eléctrico, 2 pasillos, bodega 1, cuarto frio 1 y 2, todas las subáreas cuentas con cielo falso. A continuación, se muestran las dimensiones en metros de cada una de las subáreas que componen administración.

Tabla 14. *Dimensiones de área administrativa*

AREA ADMINISTRATIVA				
AMBIENTE	LARGO (mts)	ANCHO (mts)	AREA (mts²)	ALTO (mts)
RECEPCIÓN	6	4.25	25.37	3
GERENTE	5.42	5.47	25.62	3
SUBGERENTE	3	4.72	14.61	3
CUARTO ELECTRICO	4.75	2.42	11.46	3
PASILLO 1	8.44	3	24.27	3
PASILLO 2	5	1	5.42	3

Fuente. *Elaboración propia*

5.2.1.2. Producción

El área de producción se encuentra techada con láminas de zinc troqueladas y ciertas áreas con cielo falso, esta se subdivide en tres áreas: empaque, producción 1: cortes y producción 2: embutidos. El área de empaque cuenta con la sala de empaques, vestidor de mujeres, cocina, comedor, especies 1, bodega 2 y pasillo 3. A continuación, se muestran las dimensiones en metros de cada una de las subáreas que componen empaque.

Tabla 15. *Dimensiones de área empaque*

AREA DE EMPAQUE				
AMBIENTE	LARGO (mts)	ANCHO (mts)	AREA (mts²)	ALTO (mts)
COCINA	3.85	5.8	22.45	3
EMPAQUE	6.78	6	41.18	3
COMEDOR	6.75	3	20.1551	3
ESPECIES	3.55	2.46	8.73	3
VESTIDOR DE MUJERES	3.2	1.67	9.72	3
PASILLO 3	6.75	2.99	20.63	3

Fuente. *Elaboración propia*

El área de producción 1 y 2 cuenta con sectores de corte, embutido, área de hornos, especies 2, sala de varones, bodega de materia prima, bodega general y cuartos de refrigeración. A continuación, se muestran las dimensiones en metros de cada una de las subáreas que componen producción 1 y 2.

Tabla 16. *Dimensiones de área producción 1 y 2*

AREA DE PRODUCCIÓN 1 y 2				
AMBIENTE	LARGO (mts)	ANCHO (mts)	AREA (mts²)	ALTO (mts)
CORTE	7.52	12.4	93.248	6
EMBUTIDOS	7	13	95.1	6
HORNOS	4	23	89	6
ESPECIES 2	1.9	4.7	9.2	6
PASILLO 5	16.4	3	49.5	6
PASILLO 4	1.78	10.3	17	6
VESTIDOR DE VARONES	4.2	5.28	21.17	3
CUARTO FRIOS 1	3.12	3.87	12.04	3
CUARTO FRIOS 2	3.12	3.87	12.04	3
CUARTO FRIOS 3	4.81	2	9.74	3
CUARTO FRIOS 4	6	3	17.37	3
CUARTO FRIOS 5	5.9	5.9	35	3
CUARTO FRIOS 6	9.5	4.5	43.49	3
CUARTO FRIOS 7	10.9	4.82	52.63	3

Fuente. *Elaboración propia*

5.2.1.3. Taller

El área de taller es el sector de mantenimiento y almacén, esta área consta de cuatro bodegas y un taller. La siguiente tabla muestra las dimensiones de está área.

Tabla 17. *Dimensiones de área taller*

AREA DE BODEGAS Y TALLER				
AMBIENTE	LARGO (mts)	ANCHO (mts)	AREA (mts²)	ALTO (mts)
Bodega 1	1.6	4.7	8	3
Bodega 2	1.7	2.21	3	3
Bodega 3	7.8	5.6	44.58	6
Bodega 4	8.55	6	45.8	5
Taller	6.29	10.48	65.91	6

Fuente. *Elaboración propia*

5.3. Censo de carga

El censo de carga es la sumatoria del consumo nominal de cada elemento de la instalación eléctrica según sus datos de placa. Este procedimiento facilitará la determinación del trasformador requerido y la distribución de los circuitos derivados para cada centro de carga.

En la propuesta de rediseño, se considerarán los equipos eléctricos ya existentes en la empresa los cuales se agregaron en el capítulo cuatro, apartado 4.2.2 denominado “Centro de carga”.

Sin embargo, debido a los cálculos de iluminación y fuerza que se mostrarán a continuación. Se sustituyeron las luces ya existentes, se agregaron 15 luminarias y 3 tomacorrientes generales de 180 watts. Alcanzando una carga total de 120.36 kW.

5.4. Fuentes de alimentación

A como se mencionó en el capítulo anterior, la Empresa Bavaria S.A cuenta con dos fuentes de alimentación principal, un centro de transformación de 2X25 KVA conectado en estrella-abierta/delta-abierta y un sistema solar fotovoltaico de 34.02 kWp conformado por 126 paneles solares de 270 Wp c/u, más dos inversores de 15 Kw c/u.

Es importante mencionar que el 57% del consumo lo obtienen de la red y el 43% del sistema fotovoltaico en época de invierno. En anexos, se encuentra la tabla que muestra el consumo mensual de la empresa donde se explica la división de los porcentajes antes mencionados.

En el presente rediseño, no sé considerará aumento de potencia para el sistema fotovoltaico, únicamente se considerará el dimensionamiento de transformador y acometida, el cual se muestra a continuación.

5.4.1. Cálculo de transformador

El dimensionamiento y selección del transformador depende de dos parámetros: niveles de tensión de primario y secundario, y la carga instalada. Por motivos de diseño, el transformador se dimensionará considerando el 100% de la carga, sin embargo, este

asumirá el 60% según lo antes mencionado. Es importante mencionar que, el transformador que alimenta Bavaria pertenece a la distribuidora Disnorte Dissur.

Para el cálculo del transformador, se considerará un factor de demanda de 0.6, tomado de la tabla “Factor de demanda más usual” (Resolución INE No. 600-03-2009).

De esta forma, la ecuación utilizada para el dimensionamiento del transformador es la siguiente:

$$kVA(Transf.) = Smax * F_d$$

Donde:

Smax: Potencia aparente máxima en KVA.

Fd: Factor de demanda

Para calcular Smax, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Smax = P_{max}/Fp$$

Donde:

Pmax: Potencia activa máxima

Fp: Factor de potencia (se considera un Fp de 0.9 según cálculos antes realizados)

Considerando lo antes mencionado y la caga instalada, se obtiene lo siguiente:

$$Smax = 120.36/0.9 = 133.73 \text{ kVA}$$

Por lo cual, el cálculo del transformador es el siguiente:

$$kVA(Transf.) = 133.73\ kVA * 0.60 = 80.24\ kVA$$

Así se concluye que debe instalarse banco de transformadores de 3x37.5 kVA, quedando al 71% de su capacidad nominal, con 29% de reserva para cargas futuras. Conexión delta-estrella aterrizada con voltaje 120 V – 208 V.

5.5. Interruptor principal y acometida

En el presente apartado se muestran los cálculos del interruptor principal y de la acometida.

5.5.1. Cálculo de interruptor principal

El interruptor principal, es la protección más importante de la instalación, es por ello que, para su debido dimensionamiento, se tomará en cuenta el Artículo 220.10 del CIEN, el cual establece que todos los conductores deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobre corriente con valor nominal o ajuste que cumpla con lo siguiente:

- Cargas continuas y no continuas. Cuando un circuito alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, e valor nominal del dispositivo de sobre corriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se hará uso de la siguiente fórmula:

*Capacidad del interruptor = Corriente nominal de las cargas * 1.25*

Para el cálculo de la corriente nominal se realiza lo siguiente:

$$I\ 3\emptyset = \frac{P}{\sqrt{3} * V * Cos\varphi} \quad ; \quad I\ 1\emptyset = \frac{P}{V * Cos\varphi}$$

Donde:

I = corriente

P = Potencia activa

V = Voltaje

Cos φ = Factor de potencia

Entonces siguiendo la fórmula anterior, obtenemos lo siguiente:

$$I\ 3\emptyset = \frac{54.45 * 1000}{\sqrt{3} * 240 * 0.9} = 145.54\ Amp \quad ; \quad I\ 1\emptyset = \frac{65.91 * 1000}{240 * 0.9} = 305.13\ Amp$$

Obteniendo una corriente nominal de **247.25 Amp.** Por lo tanto, la capacidad del interruptor principal es la siguiente:

*Capacidad del interruptor = 247.25 * 1.25 = 309.06 Amp*

Con esto se concluye que, el interruptor principal seleccionado será de 400 Amp, 3P, 25kA a 480/277 V, marca Schneide No de catalogo LA36400.

5.5.2. Cálculo de acometida

El cálculo de la acometida depende directamente de la ampacidad del interruptor principal y de la caída de tensión la cual no debe ser mayor al 2%, para ello se hará uso de la siguiente fórmula:

$$e = \sum_{j=T}^{j=n-1} e_{jk} = \frac{2 \cdot c}{V \cdot S_{cu}} \sum_{j=T}^{j=n-1} L_{jk} \cdot I_{jk}$$

Fórmula 5.24 (Bratu & Campero, 2001)

Donde:

e: Caída de tensión porcentual

c: Constante que depende del tipo de instalación (c=2 si es monofásica, c=$\sqrt{3}$ si es trifásica)

V: voltaje

Scu: Sección transversal del conductor.

Ljk: Longitud del tramo J-K del alimentador.

Ijk: Corriente que se bifurca o corriente que circula entre los puntos j-k

$$\Delta V = \frac{2 * \sqrt{3}}{240\ V * 127\ mm^2} * (30\ m * 400\ A) = 1.36$$

Con esto se concluye que se debe utilizar un arreglo de 4 conductores de cobre 250 AWG THHN 3 por fase y 1 conductor para neutro.

5.6. Circuitos derivados

En el presente acápite, se muestran los cálculos realizados para la selección de conductores, canalización y protecciones de los circuitos derivados. Asimismo, se muestran

los cálculos correspondientes para la selección de los alimentadores principales y acometida.

Es importante destacar que, para determinar la carga de los circuitos derivados, se realizó una distribución de los tomacorrientes y luces, los cuales se verán reflejados en los planos adjuntos a este documento.

5.6.1. Selección de conductores

Según (Bratu & Campero, 2001) en el proceso de selección de conductores se deben considerar ciertos criterios, entre los cuales se encuentran:

1. Capacidad de conducción de corriente (Ampacidad)
2. Caída de tensión
3. Pérdidas por efecto joule
4. Capacidad de soportar la corriente de cortocircuito
5. Calibre mínimo permitido
6. Diferencia de secciones

Sin embargo, en el presente trabajo monográfico se consideraron los criterios más importantes, que son: ampacidad, caída de tensión, calibre mínimo permitido y diferencia de secciones.

Es importante destacar que no se presentarán cálculos acerca de diferencia de secciones puesto que en toda canalización utilizada en el proyecto se colocaron conductores del mismo calibre.

5.6.1.1. Ampacidad

El proceso de selección de los conductores por ampacidad se hizo utilizando tablas ya existentes, tomando en cuenta que:

1. En toda canalización se instalarán un máximo de 3 conductores
2. La temperatura ambiente es de 30°C

En el caso de la alimentación de los subpaneles y los circuitos derivados respectivos en los que se utilizaron conductores de cobre, se hizo uso de las siguientes tablas:

1. Tabla 5.1 (Bratu & Campero, 2001)

2. Tabla 2.7 (Harper, 1992)

Tabla 18. *Capacidad de corriente de conductores*

Tabla No. 5.1. Capacidad de corriente de conductores de cobre aislado en Amperes (Reproducción de la tabla 302.4 de las NTIE, 1981).

Tipo de aislam.	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, THW, THWN, DF, XHHW, RUH		PILC, V, MI		TBS, AVB SIS, THHW TA, SA, FEP THW, RHH EP, MTV, XHHW*	
Temp. máxima	60°C		75°C		85°C		90°C	
Calibre AWG/MCM	en tubo	al aire	en tubo	al aire	en tubo	al aire	en tubo	al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	380	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

Fuente. *Bratu & Campero*

En el caso de la acometida al ser conductor de aluminio al ser conductor de aluminio, se utilizó la Tabla B.310.1 del Código Eléctrico Nacional (NEC-2008) para obtener su ampacidad.

Tabla 19. *Capacidad de corriente de conductores*

Tabla B.310.1 *Continúa*

Calibre (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310.13)						Calibre (AWG o kcmil)
	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipo TW	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
250	205	245	276	160	192	217	250
300	234	281	317	185	221	250	300
350	255	305	345	202	242	273	350
400	274	328	371	218	261	295	400
500	315	378	427	254	303	342	500
600	343	413	468	279	335	378	600
700	376	452	514	310	371	420	700
750	387	466	529	321	384	435	750
800	397	479	543	331	397	450	800
900	415	500	570	350	421	477	900
1000	448	542	617	382	460	521	1000

Factores de corrección

Temp. amb. (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86° F), multiplicar las capacidades de corriente mostradas anteriormente por el factor adecuado de los siguientes						Temp. amb. (° 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	79-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	88-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	97-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	106-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	115-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	124-131
56-60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	133-140
61-70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	142-158
71-80	—	—	0.41	—	—	0.41	160-176

Fuente. *Código Eléctrico Nacional (NEC)*

5.6.1.2. Caída de tensión

En el cálculo de caída de tensión se tomaron en cuenta los principios mencionados en el apartado *5.1 Criterios generales de diseño.* Donde se mencionan los porcentajes máximos de caída de tensión para circuitos derivados, alcanzando un porcentaje global de la instalación no mayor al 5%. Esto con el objetivo de ofrecer un desempeño satisfactorio del sistema eléctrico.

La fórmula utilizada para el cálculo de caída de tensión es que se muestra en el apartado 5.5.2. *Cálculo de acometida*, presentada por los autores (Bratu & Campero, 2001):

$$e = \sum_{j=T}^{j=n-1} e_{jk} = \frac{2 \cdot c}{V \cdot S_{cu}} \sum_{j=T}^{j=n-1} L_{jk} \cdot I_{jk}$$

Fórmula 5.24 (Bratu & Campero, 2001)

Donde:

e: Caída de tensión porcentual

c: Constante que depende del tipo de instalación (c=2 si es monofásica, c=$\sqrt{3}$ si es trifásica)

V: voltaje

Scu: Sección transversal del conductor.

Ljk: Longitud del tramo J-K del alimentador.

Ijk: Corriente que se bifurca o corriente que circula entre los puntos j-k

A continuación, se muestra el cálculo del alimentador del subpanel 1:

Primeramente, se retoma la corriente nominal del subapanel 1, la cual es de **96 Amp,** cabe destacar que, a los conductore se les dejará un 25% de reserva para aumento de cargas futuras.

Posteriormente, se realiza el cálculo de caída de tensión con la fórmula antes mencionada:

$$\Delta V = \frac{2 * 2}{240\ V * 33.6\ mm^2} * (30\ m * 93\ A * 1.25) = 1.42$$

Con esto se concluye que se debe utilizar un arreglo de 3 conductores de cobre #2 AWG THHN 2 por fase y 1 conductor para neutro.

Los cálculos de los demás alimentadores serán mostrados en tablas, las cuales se encontrarán adjunta en los anexos.

A continuación, se muestra una tabla resumen de caída de tensión y los conductores seleccionados para los alimentadores principales:

Tabla 20. *Resumen de caída de tensión de alimentadores*

Panel	Ubicacion	Alimentador	Corriente A	CDT %
Subpanel 1 - Adm	Administración	#2	96	1.42
Subpanel 2 - Emp	Empaque	#8	26	0.45
Subpanel 3 - Prod	Producción 1	1/0	95	0.83
Subpanel 4 - Prod	Producción 2	2/0	127	1.18
Subpanel 5 - Cuart	Taller	2/0	134	1
Subpanel 6 - Taller	Taller	#10	17	0.85

Fuente. *Elaboración propia*

5.6.2. Canalización

Una canalización es básicamente el medio por el cual se protege a los conductores eléctricos de cualquier daño físico. Existen distintos tipos de canalizaciones, entre las más comunes se encuentran:

1. Tubería eléctrica (EMT)
2. Conduit rígido PVC
3. Ductos
4. Canaletas
5. Charolas

En este trabajo monográfico se utilizó en su gran mayoría tubería conduit EMT debido a que es una industria, sin embargo, se eligió tubería Conduit PVC para los circuitos derivados de administración.

5.6.2.1. Cálculo y selección de canalizaciones

En el cálculo y proceso de selección de las canalizaciones se precisó de cierta relación existente entre la suma total de las secciones transversales de los conductores y el área transversal del interior del tubo, tal relación recibe el nombre de “factor de relleno” y su valor depende de la cantidad de conductores alojados en la tubería.

Tabla 1 del capítulo 9 del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua establece que, para un conductor, el factor de relleno es igual al 53%, para dos conductores 30% y para más de dos conductores del 40%.

Tabla 21. *Porcentajes de relleno de conductores para conduit*

Tabla 1. Porcentajes de relleno de conductores para conduit o tuberías (%)

Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Fuente. *CIEN Capítulo 9*

A como se mencionó en el apartado anterior, la tubería más utilizada fue el tipo conduit EMT, para el cálculo de la canalización, se hizo uso de tablas existentes, considerando dos criterios:

1. Se colocará un máximo de 3 conductores por tubería
2. Todos los conductores serán de la misma sección transversal

Las tablas utilizadas fueron:

1. Tabla 3B – CIEN
2. Tabla C.10 – Código Eléctrico Nacional (NEC)

Tabla 22. *Número máximo de conductores en conduit*

Tabla 3B. Numero máximo de conductores en conduit o tubería (Basado en la Tabla 1, Capítulo 9)

Tipo	Sección transversal del conductor mm²	Diametro nominal del tubo mm											
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THWN THHN	2.082	13	24	39	69	94	154						
	3.307	10	18	29	51	70	114	164					
	5.260	6	11	18	32	44	73	104	160				
	8.367	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136		
FEP (14 A 2)	13.30	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	154	
	21.15	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137
	33.62	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97
FPB (14 A 8)	53.48		1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	67.43		1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.01		1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42
	107.20		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
XHHW (4 A 500)	126.70			1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152.00			1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	202.70				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253.40				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	380.00					1	1	1	2	3	4	7	11
XHHW	13.30	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	128	185
	380.00					1	1	1	2	3	4	7	10

Fuente. *CIEN*

Tabla 23. *Número máximo de conductores en conduit*

Tabla C.10 Número máximo de conductores o alambres para accesorios en conduit rígido de PVC, Schedule 40 y en conduit HDPE *(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)*

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor	Indicador métrico (tamaño comercial)											
Tipo	(AWG/ kcmil)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	11	20	27	45	64	99	133	171	269	390
	12	3	5	9	16	22	37	53	82	110	142	224	323
	10	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	8	1	2	4	7	9	15	22	35	46	60	94	137
	6	1	1	3	5	7	12	18	28	37	48	76	109
	4	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	3	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	52	75
	2	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	65
	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	43
	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	2/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	12	18
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205

Fuente. Código Eléctrico Nacional (NEC)

En el apartado de centros de carga se muestra el tipo y el diámetro de la canalización seleccionada para alimentadores y circuitos derivados.

5.6.3. Protecciones

A como se mencionó en el apartado "*5.1.9. Protecciones",* el tipo de protección a utilizar son los de sobre corriente, específicamente interruptores termomagnéticos o breakers.

El criterio para seleccionar los dispositivos de protección contra sobre corriente se llevó a cabo tomando en cuenta el planteamiento del artículo 220-10 del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua que establece que, tanto el alimentador como los

dispositivos de protección deberán dimensionarse considerando la suma de las cargas no continuas más el 125% de las cargas continuas.

Por otro lado, el cálculo de la capacidad interruptiva de los dispositivos de protección para aires acondicionados se realizó tomando en cuenta la corriente de arranque de estos.

De forma general:

Para circuitos derivados de iluminación y tomacorrientes:

*Capacidad del interruptor = Corriente nominal de las cargas * 1.25*

Otro aspecto importante para señalar es que, para circuitos derivados de uso general, ya sea iluminación o tomacorrientes se utilizaron interruptores monopolares debido a que tanto luminarias como receptáculos requieren de una alimentación de 120V, en cambio en los circuitos derivados para A/C y cargas trifásicas se utilizaron breakers bipolares y tripolares.

En el apartado de centros de carga se muestra el tipo de protección seleccionada para alimentadores y circuitos derivados. El tipo de breaker a utilizar para el interruptor principal será LD atornillable y para los subpaneles serán tipo JD y BD (subpanel cuartos frio) enchufables, todos marca Schneider Electric.

5.7. Climatización

En el apartado *5.1.10. Climatización* se habló de los criterios y métodos de planeación que se requieren para instalar sistemas de climatización. En este apartado se hará enfoque directamente en procedimiento de cálculo de climatización.

5.7.1.1. Cálculo de climatización

El procedimiento de cálculo de climatización utilizado fue el siguiente:

1. Seleccionar los locales a climatizar. Esto se realizó considerando la importancia del ambiente y la actividad que se desarrollaba. Los locales seleccionados fueron los del sector administrativo.
2. Calcular la carga térmica: Esta se refiere a la cantidad de energía que se necesita para conservar en determinadas condiciones de temperatura y humedad un

ambiente en específico. Para determinar la carga térmica de los ambientes fue necesario considerar tres aspectos:

1. Por cada metro cuadrado se requieren 200 BTU
2. Por cada vatio de equipos dentro del local se requieren 3.4 BTU
3. Por cada persona se requieren 800 BTU

3. Considerar la cantidad de ventanas y ubicación de edificio
4. Seleccionar el equipo

A continuación, se muestra el cálculo de climatización para las áreas administrativas:

Recepción:

Tabla 24. *Cálculo de climatización para recepción*

	CANTIDAD		BTU/P.U.	BTU TOTALES
Área (m^2)	26		200	5200
Nº de personas	4		800	3200
Dispositivos		**POTENCIA (WATT)**		
Computadora de escritorio	4	661	2247.4	8989.6
Luminaria	4	25	85	340
Impresora laser	1	541	1839.4	1839.4
			TOTAL=	19569

Fuente. Elaboración propia

Oficina general:

Tabla 25. *Cálculo de climatización para oficina general*

	CANTIDAD		BTU/P.U.	BTU TOTALES
Área (m^2)	20		200	4000
Nº de personas	1		800	800
Dispositivos		**POTENCIA (WATT)**		
Computadora escritorio	1	661	2247.4	2247.4
Luminaria	1	27	91.8	91.8
Cafetera	1	570	1938	1938
Impresora laser	1	541	1839.4	1839.4
			TOTAL=	10916.6

Fuente. Elaboración propia

Oficina de subgerencia:

Tabla 26. *Cálculo de climatización para oficina de subgerencia*

	CANTIDAD		BTU/P.U.	BTU TOTALES
Área (m^2)	10		200	2000
Nº de personas	1		800	800
Dispositivos		**POTENCIA (WATT)**		
Computadora escritorio	1	661	2247.4	2247.4
Luminaria	1	27	91.8	91.8
Cafetera	1	570	1938	1938
			TOTAL=	7077.2

Fuente. Elaboración propia

Nota: Se hará uso de los A/C ya existentes en la instalación, debido a que según los cálculos realizados cada A/C cumple con los BTU requeridos acorde al área que climatizan. Estos son: Recepción 24000 BTU, oficina general 12000 BTU y oficina de subgerencia 12000 BTU.

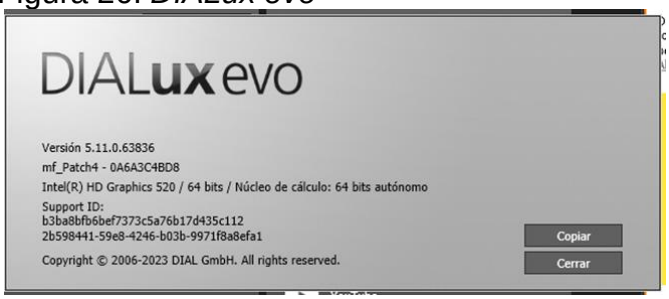
5.8. Iluminación

Para el cálculo luminotécnico se utilizará el software DiaLux Evo. Que es un software de cálculo luminotécnico usado por diseñadores, consultores y técnicos de iluminación. Puede ser usado para calculo luminotécnico de interiores o exteriores, Se caracteriza por ser capaz de calcular los niveles de iluminación debido a luz directa e indirecta.

El método de cálculo utilizado es el de Punto por punto, puesto que el programa permite crear modelo 3D, el software utiliza también un método de cálculo denominado calculo por radiosidad, el cual se basa en el principio de la conservación de la energía que asume que la luz que se proyectada sobre una superficie y no es absorbida por esta, será remitida.

A continuación, imagen con las características del programa.

Figura 26. *DIALux evo*



Fuente. *Elaboración propia*

5.8.1. Ejemplo de cálculo lumínico

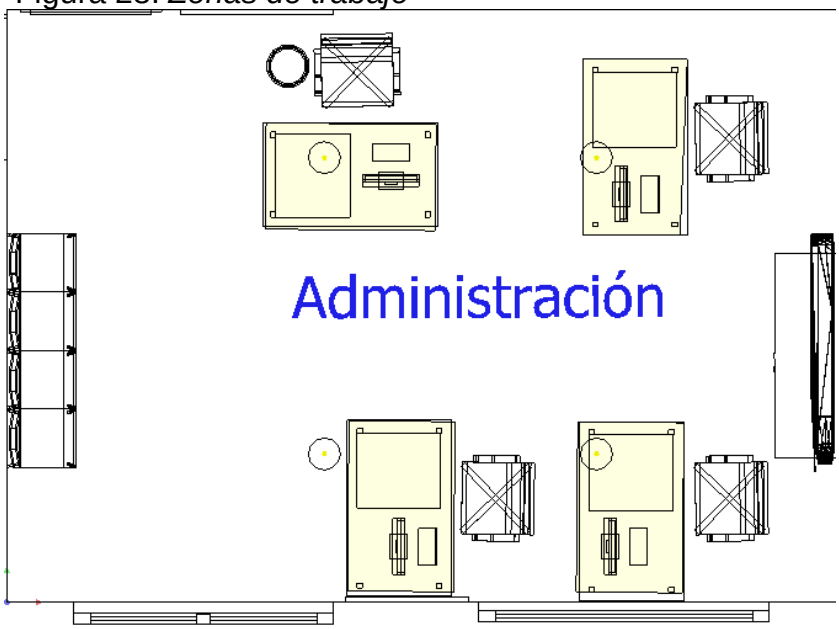
El cálculo de iluminación fue basado en un tipo de iluminación general localizada, siempre respetando los niveles normados por la CIE en espacios de interiores, el ejemplo a mostrar a continuación es del área administrativa que cuenta con un área de 25.32 m2, 4 puestos de trabajos y una ventana que permite la entrada de lux a través de la luz solar, sin embargo, en nuestro estudio solo se tomara valores entregados por lampara.

Figura 27. *Área administrativa*

Fuente. *Elaboración propia*

Dado que estamos realizando un estudio de iluminación general localizada se prioriza las zonas de trabajo, por lo tanto, en el programa se establece zonas de cálculo sobre las mesas las cuales nos indican las áreas de trabajo primordiales así dejando los perímetros como zona general.

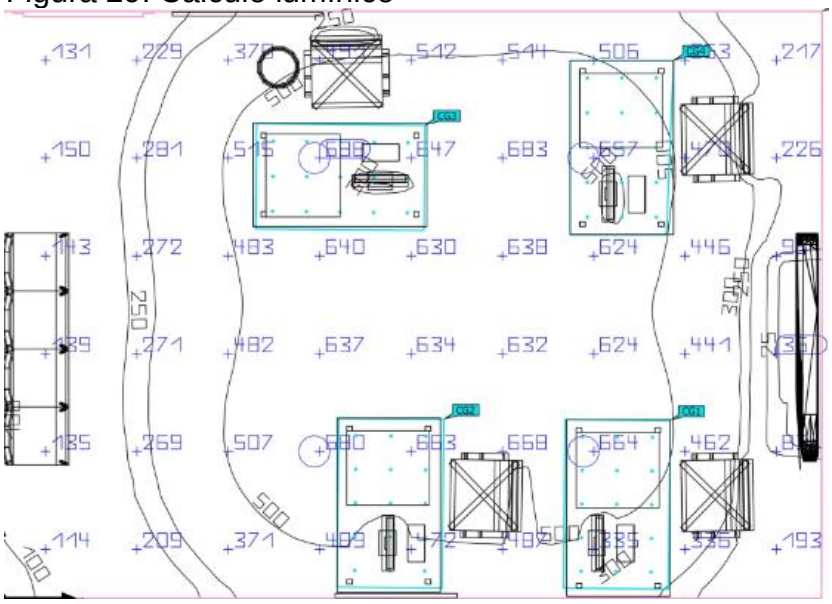
Figura 28. *Zonas de trabajo*



Fuente. *Elaboración propia*

Basándonos en lo antes mencionado se procede a realizar el cálculo lumínico, el cual nos presente una media en toda la oficina de 419 lux, sin embargo, en las áreas de trabajo nos presenta una media de 511 luxes por mesa de trabajo así logrando respetar la normativa de la CIE que nos indica que la media en áreas de trabajo es de 500 lux.

Figura 29. Cálculo lumínico



Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 27. *Cálculo lumínico (luxes por zona de trabajo)*

Superficie de cálculo

Propiedades	Ē	E_{min}	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
mesa de trabajo 2 (administración) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	506 lx	349 lx	662 lx	0.69	0.53	CG1
mesa de trabajo 1 (administración) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	513 lx	0.00 lx	694 lx	0.00	0.00	CG2
mesa de trabajo 4 (administración) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	570 lx	48.9 lx	679 lx	0.086	0.072	CG3
mesa trabajo 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.649 m	535 lx	428 lx	624 lx	0.80	0.69	CG4

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se muestran dos tablas resumen con la información de cálculo de iluminación para las áreas administrativas y de producción:

Tabla 28. Resumen de cálculo de iluminación Administración

TABLA RESUMEN ILUMINACIÓN						
Area administrativa						
Local	**Area**	**Lux normados**	**Lux calculado**	**Cantidad Luminaria**	**Flujo luminaria**	**Potencia**
Abministración	25.32	500	506	4	3600 lm	40 W
Empaque	40.99	300	313	2	4958 lm	48.0 W
Baño gerente	2.4	200	367	1	2139 lm	21.33 W
Baño subgerente	4.36	200	245	1	2139 lm	21.33 W
Bodega	7.94	100	305	1	2139 lm	21.33 W
Bodega 1	8.79	100	177	1	2139 lm	21.33 W
Cocina	22.32	500	572	4	3600 lm	40 W
Cuarto eléctrico	11.42	150	242	1	3600 lm	40 W
Cuarto frio 1	11.62	100	388	2	2799 lm	20 W
Cuarto frio 2	12.05	100	413	2	2799 lm	20 W
Gerente	22.89	500	512	2	4958 lm	48.0 W
Bodega	3.82	100	144	1	2139 lm	21.33 W
Pasillo 1 y 2	30.23	100	139	3	2139 lm	21.33 W
Pasillo	4.51	100	169	1	2139 lm	21.33 W
Pasillo 3 y garaje	69.51	100	179	6	2799 lm	20 W
Sub gerente	9.56	300	343	1	4958 lm	48.0 W
Vestuario	6.88	200	305	2	2139 lm	21.33 W

Fuente. Elaboración propia

Tabla 29. Resumen de cálculo de iluminación Producción

TABLA RESUMEN ILUMINACIÓN						
Area producción						
Local	**Area**	**Lux normados**	**Lux calculado**	**Cantidad Luminaria**	**Flujo luminaria**	**Potencia**
Area Hornos	89.45	300	333	4	5997 lm	58.5 W
Baño varones	7.08	200	197	2	2139 lm	21.33 W
Bodega roja	44.3	100	204	4	2686 lm	32.5 W
Cuarto Frio 3	9.74	100	178	1	2799 lm	20 W
Cuarto Frio 4	18	100	182	2	2799 lm	20 W
Cuarto Frio 5	35.7	100	296	4	2799 lm	20 W
Cuarto Frio 6	43.49	100	238	6	2799 lm	20 W
Cuarto Frio 7	52.63	100	300	9	2799 lm	20 W
Especies 2	9.23	100	267	1	2686 lm	32.5 W
Pasillo 5	45.35	150	156	3	2686 lm	32.5 W
Produccion 1	93.25	500	585	3	5997 lm	58.5 W
				12	2686 lm	32.5 W
Produccion 2	95.19	500	548	4	5997 lm	58.5 W
				5	2686 lm	32.5 W
Bodega MP	45.87	300	284	4	5997 lm	58.5 W
Vestidores	13.35	100	150	3	2139 lm	21.33 W

Fuente. Elaboración propia

Las lámparas utilizadas en el proyecto son las siguientes:

Tabla 30. Lámparas utilizadas en el proyecto

Luminaria utilizadas en el Proyecto					
Uni	**Fabricante**	**Nombre del articulo**	**P**	**Φ**	**Ilustración**
5	3F Filippi	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48 W	4958 lm	
16	Cooper Lighting	LSRS8B/LSRSWM8B LED 8" Shallow Round Cylinders	21.3 W	2139 lm	
32	Philips	RC340B LED28S/940 PCS W15L120	20.0 W	2799 lm	
15	Philips	SP343P LED60S/940 MLO PSU L1500	58.5 W	5997 lm	
25	Philips	T770S 1 xLED27S/FR WB	32.5 W	2686 lm	
9	VARTON	LED Downlights	40.0 W	3600 lm	

Fuente. Elaboración propia

5.9. Centros de carga

En este apartado se realizó una redistribución de las cargas, esto debido a que actualmente se encuentran distribuidas de manera desorganizada y contaban con 9 centros de carga en mal estado y siendo subutilizados. Es por ello que en este acápite se propone la instalación de un panel general y 6 subpaneles, los cuales alimentaran los circuitos derivados antes diseñados.

Los subpaneles propuestos a instalar serán Modelo Square D, y estará ubicados de la siguiente manera:

- Panel General: Ubicado en el cuarto eléctrico con barras de 600 A.
- Subapane 1: Ubicado en administración, 24 espacios y barras de 125 A.
- Subpanel 2: Ubicado en empaque, 16 espacios y barras de 100 A.
- Subpanel 3: Ubicado en producción 1, 42 espacios y barras de 225 A.
- Subpanel 4: Ubicado en producción 2, 42 espacios y barras de 225 A.
- Subpanel 5: Ubicado en Taller, 42 espacios y barras de 225 A.
- Subpanel 6: Ubicado en Taller barras, 12 espacios y barras de 125 A.

Cabe destacar que, estos centros de carga quedaron una reserva mayor al 20% con respecto a la capacidad de las barras y al número de espacios. Asimismo, se consideró un factor de arranque del 1.25 para tableros que lleven cargas de motores.

5.9.1. Panel general

El panel principal está ubicado en el cuarto eléctrico de la empresa, este contiene la alimentación de 5 subpanales que se encuentran distribuidos en la instalación. Este subpanel es de tipo superficial, modelo Square D, con barras de 600 A, alimentador de 4H 250 AWG THHN y medidas de 45 in CB space, para 42 in ancho y 59 in alto.

Tabla 31. *Cuadro de carga del Panel general*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C	A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1								358.05					122								2
3	INTERRUPTOR PRINCIPAL	THHN	250	PVC	3 1/2	400	3		376.31		132			175	3	CANALETA	4X4	THHN	2/0	ALIMENTACIÓN SUBPANEL 4 - PRODUCCIÓN 2	4
5										370.96		126									6
7									52.5		1.68										8
9	ALMENTACIÓN SUBPANEL 1 - ADMINISTRACIÓN	THHN	#2	EMT	1/4	100	2			52		1.68		20	3	EMT	3/4	THHN	#8	CUARTO FRIO 2	10
11								23.78					1.68								12
13	AALIMENTACIÓN SUBPANEL 2 - EMPAQUE	THHN	#8	EMT	3/4	60	2		21.03												14
15										22.28											16
17										50											18
19	ALIMENTACIÓN SUBPANEL 3 - PRODUCCIÓN 1	THHN	1/0	CANALETA	4X4	175	3	59.5													20
21									51.1												22
23										120											24
25	ALIMENTACIÓN SUBPANEL 5 - CUARTOS FRIOS	THHN	2/0	EMT	2	225	3	138.1													26
27									121												28
29										3											30
31	CUARTO FRIO 1	THHN	#8	EMT	3/4	20	3	3													32
33									3												34
35																					36
37																					38

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.2. Subpanel 1. Administración

En subpanel de administración alimenta tanto iluminación como tomacorrientes de las áreas de recepción, oficina general, oficina subgeneral, cocina, cuarto de especies, baño de mujeres, baño de varones y todos los pasillos. Este es modelo Square D, monofásico 120/240 V, con barras de 125 A, alimentador 3H #2 AWG THHN, de 24 espacios y tipo de montaje superficial.

Tabla 32. *Cuadro de carga del subpanel 1. Administración*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N B C	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	B	C		B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMAS GENERALES - RECEPCIÓN	THHN	#12	PVC	1/2	20	1	12.3			10.6		15	1	PVC	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - RECEPCIÓN	2
3	TOMAS GENERALES - SUBGERENCIA	THHN	#12	PVC	1/2	15	1		10.58			12.3	20	1	PVC	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - GERENCIA	4
5	TOMAS GENERALES - PASILLO 1 Y 2	THHN	#12	PVC	1/2	15	1	9			8.15		15	1	PVC	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - COCINA	6
7	TOMAS GENERALES - PASILLO 3	THHN	#12	PVC	1/2	15	1		6			3	15	2	PVC	1/2	THHN	#10	A/C - GERENCIA	8
9	A/C - SUBGERENCIA	THHN	#10	PVC	1/2	15	2	4.8			3									10
11									4.8			9.71	15	2	PVC	1/2	THHN	#10	A/C - RECEPCIÓN	12
13	-										9.71									14
15	ILUMINACIÓN - EMPAQUE , COCINA Y CUARTO ELECTRICO	THHN	#12	PVC	1/2	15	1		2.46			3.13	1	15	PVC	1/2	THHN	#12	ILUMINACIÓN - PASILLOS 1, 2, 3, GARAJE,VESTIDOT VARONES Y MUJERES	16
17	-																		-	18
19	ILUMINACIÓN - CUARTO FRIO 1 Y CUARTO FRIO 2	THHN	#12	PVC	1/2	15	1		0.5			3.25	1	15	PVC	1/2	THHN	#12	ILUMINACIÓN - RECEPCIÓN, GERENCIA Y SUBGERENCIA	20
21	-																		-	22
23	-																		-	24

B	C	Desbalace	3.179%
57.56	55.73		

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.3. Subpanel 2. Empaque

El subpanel de empaque alimenta las máquinas utilizadas en esa área. Este es modelo Square D, trifásico 120/240 V, con barras de 100 A, alimentador 4H #8 AWG THHN, de 16 espacios y con tipo de montaje superficial.

Tabla 33. *Cuadro de carga del subpanel 2. Empaque*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMAS GENERALES - EMPAQUE	THHN	#12	EMT	1/2	15	1	2.5				1.5			15	1	EMT	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - EMPAQUE	2
3	TOMAS GENERALES - EMPAQUE	THHN	#12	EMT	1/2	15	1		9.5												-	4
5	TOMACORRIENTE 240V - EMPAQUE	THHN	#12	EMT	1/2	15	2			6.25				4.35								6
7								6.25				4.35			30	3	EMT	1/2	THHN	#10	PICADORA NAGEMA - EMPAQUE	8
9	SELLADORA AL VACIO - EMPAQUE	THHN	#10	EMT	1/2	30	3		8.18				4.35									10
11										8.18				3.5	15	1	EMT	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - EMPAQUE	12
13								8.18														14
115	-																				-	16

A	B	C
22.78	22.03	22.28

Desbalance 3.292%

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.4. Subpaneles producción 1 y 2

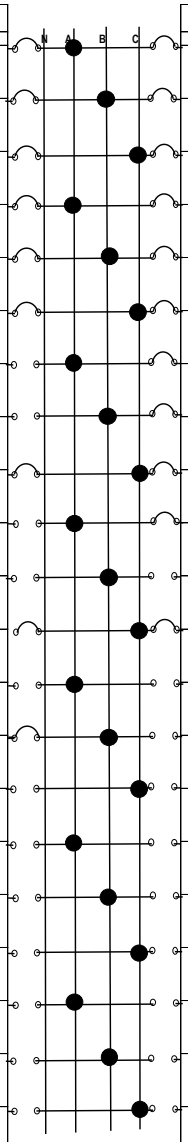
En el área de producción se encuentran 2 subpaneles, los cuales alimentan iluminación y las máquinas utilizadas producción 1 y 2, asimismo, alimentan el cuarto frío 3 y la iluminación de los cuartos fríos 3,4 y 5.

5.9.4.1. Subpanel 3. Producción 1

Subpanel de 42 espacios, modelo Square D, trifásico 120/240 V, con barras de 225 A, alimentador de 4H 1/0 AWG THHN y tipo de montaje superficial.

Tabla 34. *Cuadro de carga del subpanel 3. Producción 1*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios				Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1								2				10										2
3	MEZCLADORA - PRODUCCIÓN 1	THHN	#10	EMT	1/2	15	3		2				10		20	3	EMT	1/2	THHN	#10	MOLINO - PRODUCCIÓN 2	4
5										2				10								6
7								5				9.5										8
9	INYECTORA SUHNER	THHN	#12	EMT	1/2	15	3		5				9.5		20	3	EMT	1/2	THHN	#10	SIERRA SIN FIN - PRODUCCIÓN 1	10
11										5				9.5								12
13	-											22.45			40	2	EMT	3/4	THHN	#8	CUARTO FRÍO 3	14
15													22.45									16
17	TOMAS GENERALES - PASILLO 5	THHN	#12	EMT	1/2	15	1			7.5				6.5	15	2	EMT	1/2	THHN	#12	HORNOS - PRODUCCIÓN 1	18
19	-											6.5										20
21	-																				-	22
23	ILUMINACION - PASILLO 5 Y HORNO	THHN	#12	EMT	1/2	15	1			5.6				7	15	1	EMT	1/2	THHN	#12	ILUMINACION - PRODUCCION 1 Y BODEGA ROJA	24
25	-																				-	26
27	ILUMINACIÓN - CUARTO FRIO 3, 4 y 5	THHN	#12	EMT	1/2	15	1		4.1												-	28
29	-																				-	30
31	-																				-	32
33	-																				-	34
35	-																				-	36
37	-																				-	38
39	-																				-	40
41	-																				-	42



A	B	C	Desbalance	4.328%
55.45	53.05	53.1		

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.4.2. Subpanel 4. Producción 2

Subpanel de 42 espacios, modelo Square D, trifásico 120/240 V, con barras de 225 A, alimentador de 4H 1/0 AWG THHN y tipo de montaje superficial.

Tabla 35. *Cuadro de carga del subpanel 4. Producción 2*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1								25.43				4.6										2
3	MOLINO INDUSTRIAL MEISSNER	THHN	#8	EMT	3/4	50	3		25.43				4.6		15	3	EMT	1/2	THHN	#10	PICADORA DE HIELO	4
5										25.43				4.6								6
7								16				3										8
9	MEZCLADORA RUHLE	THHN	#10	EMT	1/2	30	3		16				3		15	2	EMT	1/2	THHN	#10	MEZCLADORA TAMBOR	10
11										16				5.5								12
13								8				5.5			15	3	EMT	1/2	THHN	#10	EMBUTIDORA HADTMAN	14
15	CUTTER SCHNEIDMISCHER	THHN	#10	EMT	1/2	15	2		8				5.5									16
17								9.2						16.5								18
19	EMBUTIDORA HADTMAN VF610	THHN	#10	EMT	1/2	20	3		9.2			16.5			30	3	EMT	1/2	THHN	#10	CUTTER Y MOLINO SEMA	20
21										9.2			16.5									22
23								39						4.5	15	1	EMT	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - PRODUCCIÓN 2	24
25	CUTTER MEISSNER RSM 65	THHN	#8	EMT	3/4	80	3		39												-	26
27										39											-	28
29	-													3.57	15	1	EMT	1/2	THHN	#12	ILUMINACÓN - PRODUCCION 2	30
31	-																				-	32
33	-																				-	34
35	-																				-	36
37	-																				-	38
39	-																				-	40
41	-																				-	42

A	B	C	Desbalance	2.303%
127.23	127.23	124.3		

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.5. Subpanel 5. Cuartos fríos

Este subpanel alimenta los cuartos fríos 4, 5, 6, 7 y el subpanel 6. Este se encuentra ubicado en el área de taller. Este subpanel es modelo Square D, trifásico 120/240 V, con barras de 225 A, alimentador de 4H 2/0 AWG THHN, de 42 espacios y con tipo de montaje superficial.

Tabla 36. *Cuadro de carga del subpanel 5. Cuartos fríos*

No. Cir	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios			N A B C	Fases / Amperios			Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Cir
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	A	B	C		A	B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	CUARTO FRIO 4	THHN	#8	EMT	3/4	40	3	22.45				18.5			40	2	EMT	3/4	THHN	#8	CUARTO FRIO 6 B	2
3									22.45				18.5									4
5										22.45				10.95								6
7	CONGELADOR 5	THHN	#6	EMT	1	50	3	27.6				10.95			20	3	EMT	3/4	THHN	#8	CUARTO FRIO 6 A	8
9									27.6				10.95									10
11										27.6				10.95								12
13	CONGELADOR 7 A	THHN	#8	EMT	3/4	50	3	27.6				10.95			20	3	EMT	3/4	THHN	#8	CONGELADOR 7 B	14
15									27.6				10.95									16
17										27.6											-	18
19	-											4			15	1	PVC	1/2	THHN	#12	ILUMINACIÓN - MATERIA PRIMA	20
21	SUBPANEL 6 - TALLER	THHN	#10	EMT	1/2	30	2		15												-	22
23										15				4	15	1	PVC	1/2	THHN	#12	ILUMINACIÓN - CONGELADOR 7	24
25	-																				-	26
27	-																				-	28
29	ILUMINACIÓN - CUARTO FRIO 6	THHN	#12	PVC	1/2	15	1			4											-	30
31	-																				-	32
33	-																				-	34
35	-																				-	36
37	-																				-	38
39	-																				-	40
41	-																				-	42

A	B	C	Desbalance	8.268%
122.05	133.05	122.55		

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.6. Subpanel 6. Taller

En el área del taller se encuentran un subpanel utilizado para alimentar los tomacorrientes de esa área. Subpanel de 12 espacios modelo Square D, de 125 A, alimentador de 3H #8 AWG THHN, con tipo de montaje superficial.

Tabla 37. *Cuadro de carga del subpanel 6. Taller*

No. Circ	Descripción	Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Fases / Amperios		N B C	Fases / Amperios		Interruptor		Tubería Conduit		Conductor		Descripción	No. Circ
		Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	B	C		B	C	Amp.	Polos	Tipo	Diám.	Tipo	Calibre		
1	TOMAS GENERALES - TALLER	THHN	#12	EMT	1/2	15	1	2.5			6.25		15	2	EMT	1/2	THHN	#12	TOMACORRIENTE 240 V - TALLER	2
3	TOMACORRIENTE 240 V - TALLER	THHN	#12	EMT	1/2	15	2		6.25			6.25								4
5								6.25											-	6
7	-											2.5	15	2	EMT	1/2	THHN	#12	TOMAS GENERALES - TALLER	8
9	-																		-	10
11	-																		-	12

B	C	Desbalance	0.000%
15	15		

Fuente. *Elaboración propia*

5.9.7. Resumen de cuadro de paneles y porcentaje de desbalance total

A continuación, se muestra un resumen de los centros de carga a instalar. En la siguiente tabla se muestra el centro de carga, la cantidad de circuitos que este posee, los amperios por fase, alimentador principal, tubería Conduit, protecciones y desbalance general de la instalación.

Tabla 38. *Consolidado de los centros de carga*

Descripción	Circuitos	Fases/Amperios			Conductor		Tubería Conduit		Interruptor		Desbalance
		A	B	C	Tipo	Calibre	Tipo	Diám.	Amp.	Polos	
Subpanel 1 Adm	14		57.56	55.73	THHN	#2	EMT	1/4	100	2	3%
Subpanel 2 Emp	5	22.78	22.03	22.28	THHN	#8	EMT	3/4	60	2	2%
Subpanel 3 Prod	10	55.45	53.05	53.1	THHN	1/0	Canaleta	4x4	175	3	4%
Subpanel 4 Prod	11	127.23	127.23	124.3	THHN	2/0	Canaleta	4x4	175	3	2%
Subpanel 5 Cuar	10	122.05	133.05	122.55	THHN	2/0	EMT	2	225	3	8%
Subpnel 6 Taller	4		15	15	THHN	#10	EMT	1/2	30	2	0%

Fuente. *Elaboración propia*

Retomando las corrientes mostradas en el panel general y haciendo uso de la fórmula de desbalance se calculó el porcentaje de desbalance total de la instalación:

$$D\% = \frac{364.57\ \text{A} - 346.93\ \text{A}}{364.57\ \text{A}} * 100\% \ = 4.83\%$$

El desequilibrio entre las fases es 4.83%.

5.10. Banco de capacitores

La empresa de alimentos Bavaria S.A cuenta con un banco de capacitores de 50KVar, el cual es utilizado para mantener un factor de potencia igual o mayor a 0.85, esto debido a que cuentan con equipos de poca eficiencia, es decir, con bajo factor de potencia.

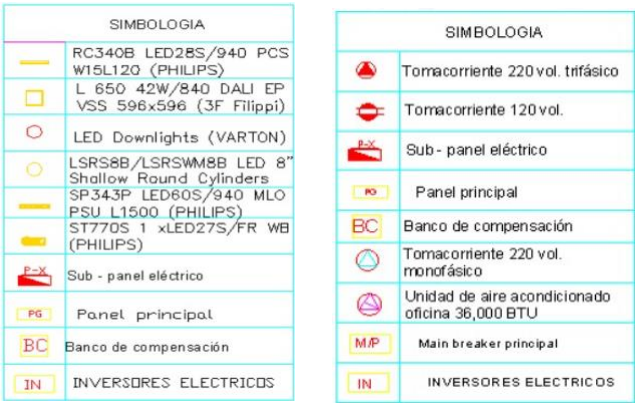
En el acápite *4.2.5. Banco de condensadores y factor de potencia*, se muestra el comportamiento histórico del factor de potencia para el año 2021, y se observó que para ese periodo evaluado la empresa presenta un FP promedio del 0.94, lo cual indica que el banco actualmente instalado cumple con las necesidades de la empresa.

Debido a lo antes mencionado, en este rediseño se propone mantener la misma capacidad del banco de capacitores y se recomienda brindarle su debido mantenimiento preventivo periódicamente para mantener su correcto funcionamiento.

5.11. Planos eléctricos actualizados

En este apartado se muestran los planos eléctricos de iluminación, fuerza y diagrama unifilar actualizados de la empresa Bavaria S.A. Para la elaboración de los planos actualizados se hizo uso de los planos realizados en el capítulo anterior, donde se muestra la instalación actual de la empresa. Para la realización de los planos eléctricos se hizo uso de la siguiente simbología:

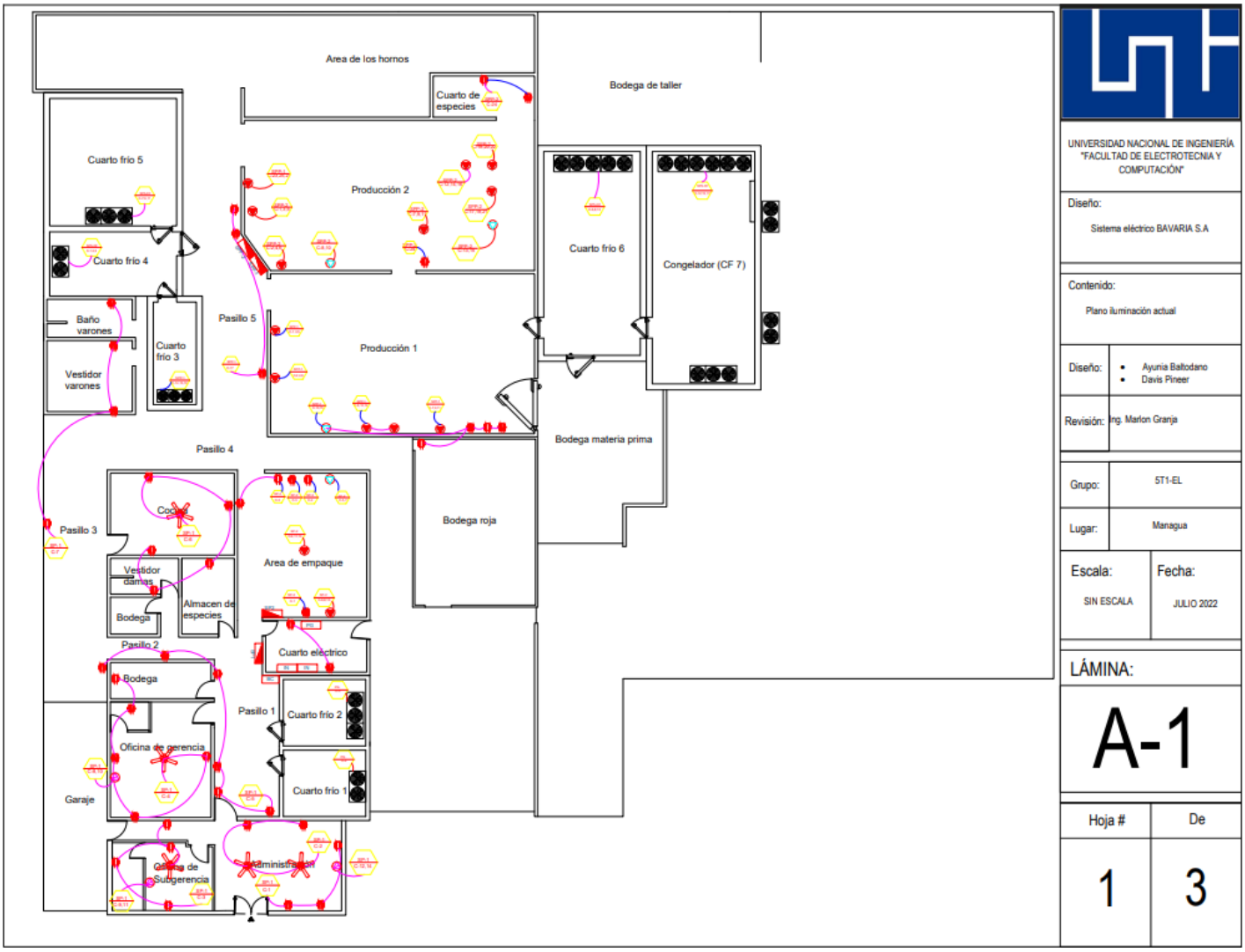
Figura 30. *Simbología*



5.11.1. Plano de fuerza

A continuación, se muestra el plano de tomacorrientes actualizado de Bavaria S.A:

Figura 31. *Plano de tomacorrientes*

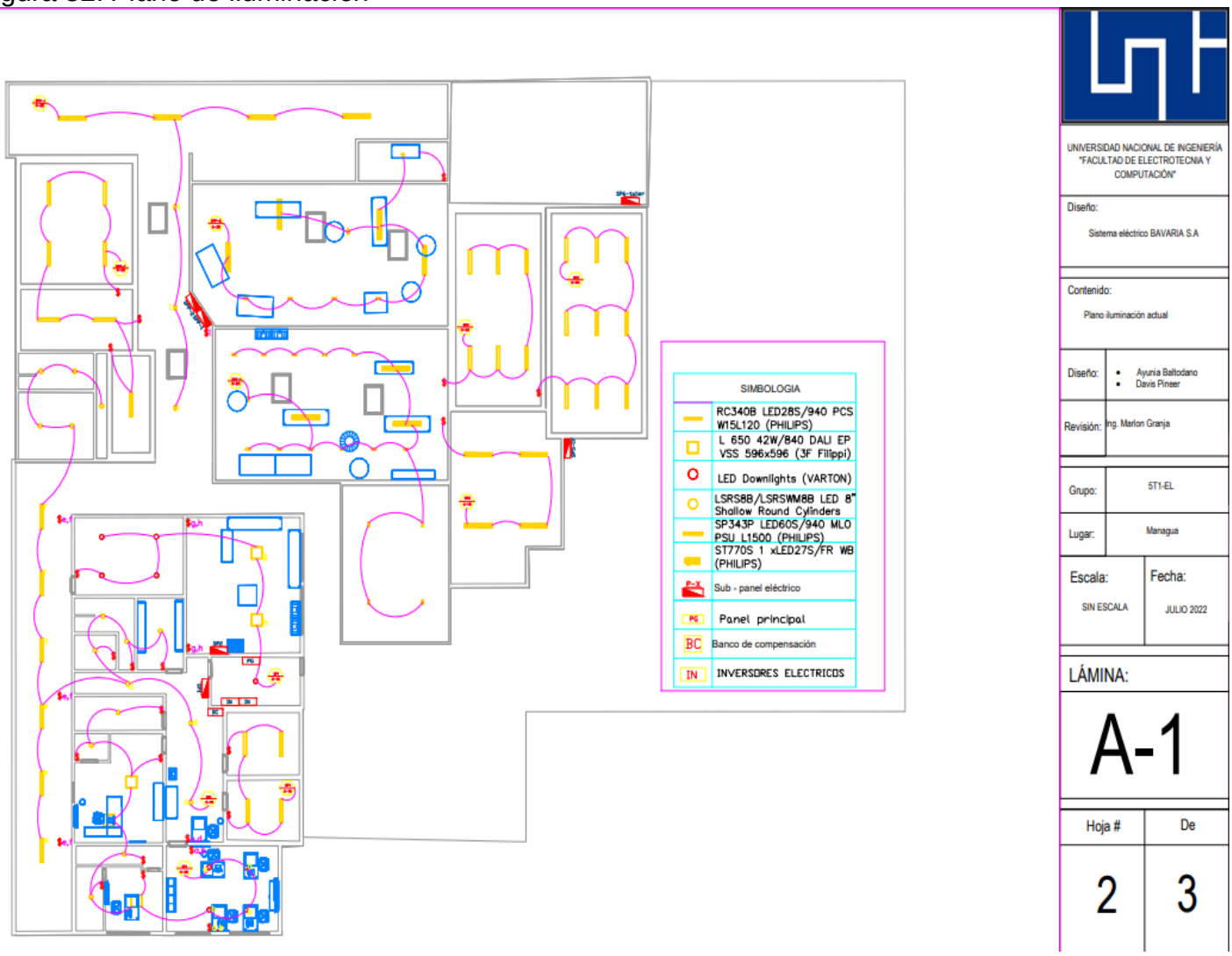


Fuente. *Elaboración propia*

5.11.2. Plano de iluminación

A continuación, se muestra el plano de iluminación actualizado de Bavaria S.A:

Figura 32. *Plano de iluminación*

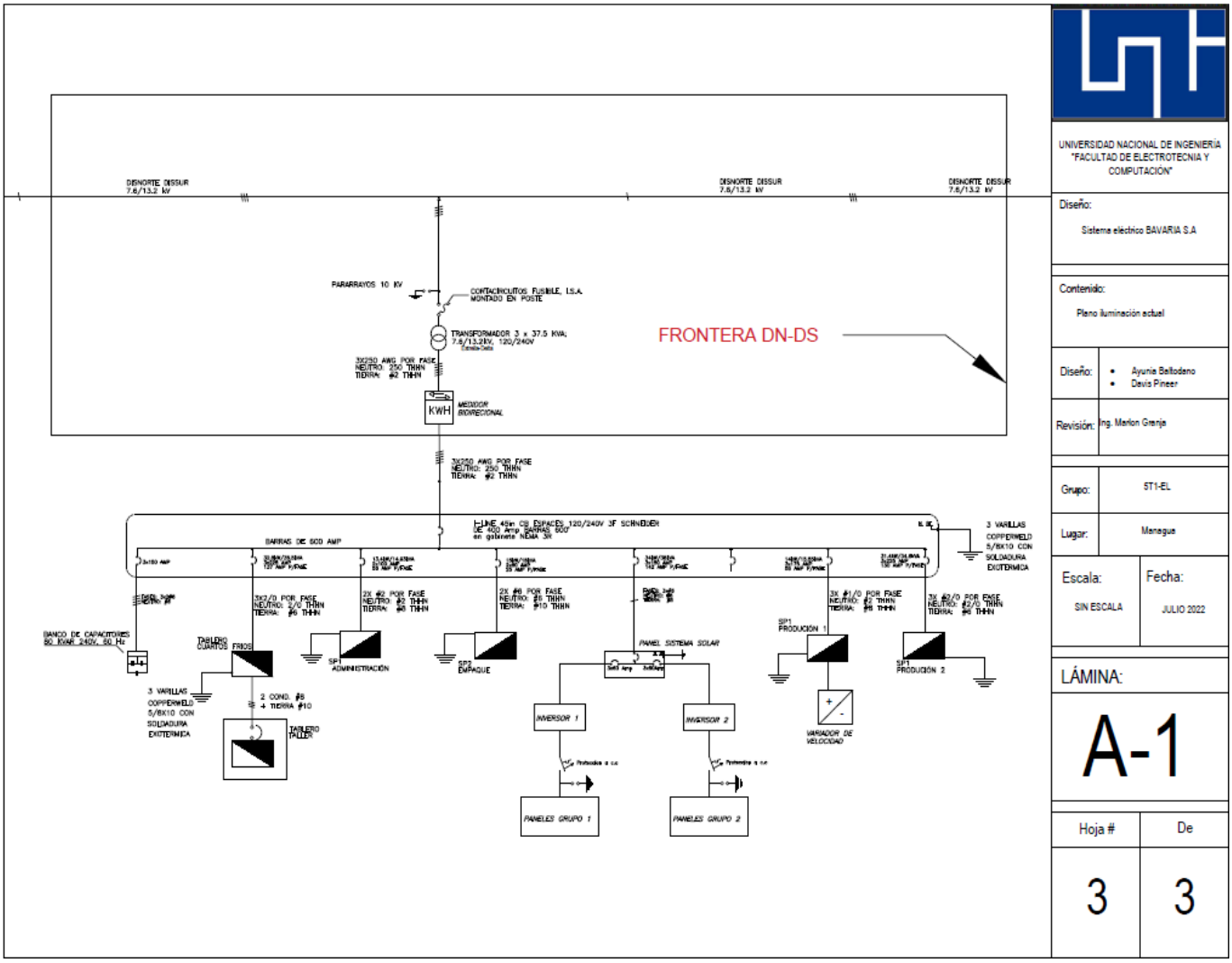


Fuente. *Elaboración propia*

5.11.3. Diagrama unifilar

A continuación, se muestra el diagrama unifilar actualizado de Bavaria S.A:

Figura 33. *Diagrama unifilar*



Fuente. *Elaboración propia*

5.12. Conclusión

En este capítulo se realizó el rediseño del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A, en el cual se consideró la instalación ya existente y se realizaron mejoras a la misma. Dentro del capítulo se detallan aspectos como conductores, selección de protecciones, selección de los centros de carga, rediseño del sistema de iluminación y redistribución de los circuitos. A rasgos generales se pueden resumir los siguientes aspectos:

- Se realizó cálculo de transformador y acometida, dando como resultado un aumento de potencia a 3x37.5 kVA y una acometida de 4H 250 AWG THHN. Asimismo, se seleccionó un interruptor principal de 400 Amp, Marca Schneider Electric tipo LD atornillable.
- Debido a que la instalación ya estaba en un estado de obsolescencia, y tenía conductores en mal estado, se realizó una redistribución de los circuitos, para ello se calculó la capacidad de sus conductores mediante caída de tensión y ampacidad. Se cálculo su debida canalización los cuales serán de tipo PVC, EMT y canaleta, todo de tipo superficial. Y Se realizó el correcto dimensionamiento de las protecciones a utilizar, las cuales serán de Schneider Electric de tipo JD y BD enchufables.
- En cuanto a la climatización, se tomó la decisión de mantener los A/C ya existentes, debido a que estos cumplen con los BTU antes calculados.
- Debido a que la empresa no contaba con una apropiada iluminación, se realizó un diseño de iluminación general para toda la empresa.
- Debido a que los centros de carga existentes se encuentran en mal estado, mal ubicados y además presentan un porcentaje de desbalance bastante alto, se realizó una redistribución de los centros de carga, de los cuales se seleccionaron 6 subpaneles y un panel general de tipo superficial, modelo Square D. Asimismo, se realizó balance de carga correspondiente a cada subpanel.
- Finalmente se adjuntaron los planos correspondientes a fuerza, iluminación y diagrama unifilar.

Para finalizar este capítulo, cabe recalcar que se obtuvieron resultados satisfactorios, ya que se realizó el rediseño completo de la instalación para luego evaluar los beneficios técnico-económicos de dicha mejora al sistema eléctrico.

CAPITULO VI

BENEFICIO TÉCNICO ECONÓMICO

En el presente capitulo se mostrará el beneficio técnico económico de la propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A. para ello se adjuntará el presupuesto total de la instalación y se harán los respectivos cálculos para determinar el beneficio del proyecto.

6.1. Costos del rediseño del sistema eléctrico

Para proceder con la inversión del rediseño del sistema eléctrico se debe tener un presupuesto estimado de la instalación, materiales y accesorios.

A continuación, se muestra el presupuesto total de la instalación dividido en tres secciones, Equipos, Alimentadores y tomacorrientes, cabe destacar que dichos materiales fueron cotizados a SINSA y Cubas Eléctricas.

Tabla 39. *Presupuesto de equipos a instalar (Ver cotizaciones en anexos)*

Alcances del proyecto					
Item	Descripción	U/M	Cant.	Totales	
				C.unit	Total
	Alcances Tecnicos				
A	**Equipos**				
1	Suministro e instalación de tablaro electrico (PG) tipo I line de 40x, barras 600A,240VAC 3F. Con interruptor principal de 3x400, y ademas interruptores mostarado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 5,891.49	$ 5,891.49
2	Suministro e instalación tablero electrico (SP1) tipo scuare D de 24 espacios, barras de 125A, 1f, 3 wire, 120/240VAC. Y ademas interruptor mostraado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 337.30	$ 337.30
3	Suministro e instalación tablero electrico (SP2) tipo scuare D de 12 espacios, barras de 125A, 3f, 3 wire, 120/240VAC. Y ademas interruptor mostraado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 390.90	$ 390.90
4	Suministro e instalación tablero electrico (SP3) tipo scuare D de 42 espacios, barras de 225A, 3f, 3 wire, 120/240VAC. Y ademas interruptor mostraado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 790.08	$ 790.08
5	Suministro e instalación tablero electrico (SP4) tipo scuare D de 42 espacios, barras de 225A, 3f, 3 wire, 120/240VAC. Y ademas interruptor mostraado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 1,047.85	$ 1,047.85
6	Mantenimiento de SP5 existen	UNIT	1	$ 300.00	$ 300.00
7	Suministro e instalación tablero electrico (SP6) tipo scuare D de 12 espacios, barras de 125A, 1f, 3 wire, 120/240VAC. Y ademas interruptor mostraado en cuadro de carga	UNIT	1	$ 197.20	$ 197.20
SUBTOTAL					$ 8,954.82

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 40. *Presupuesto de alimentadores a instalar (Ver cotizaciones en anexos)*

B	Alimentadores				
8	Suministro e instalación de acometida desde banco de transformadores de 3x50KVA hasta, tablero electrico PG, considerando canalización soterrada de PVC, y alimentadores de cobre THHN dispuesto en (2X3N° 3/0 por FASES, 2N° 3/0 NEUTRO)	ML	30	$ 2,372.80	$ 2,372.80
9	Suministro e instalación de alimentador desde PG hasta subpanel 1, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (2N° #2 Fases. 1N° #8 tierra)	ML	10	$ 180.30	$ 180.30
10	Suministro e instalación de alimentador desde PG hasta subpanel 2, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (3N° #6 Fases. 1N° #10 tierra)	ML	8	$ 90.57	$ 90.57
11	Suministro e instalación de alimentador desde PG hasta subpanel 3, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (3N° #1/0 Fases. 1N° #8 tierra)	ML	25	$ 789.35	$ 789.35
12	Suministro e instalación de alimentador desde PG hasta subpanel 4, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (3N° #2/0 Fases. 1N° #6 tierra)	ML	26	$ 1,109.79	$ 1,109.79
13	Suministro e instalación de alimentador desde PG hasta subpanel 5, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (3N° #2/0 Fases. 1N° #6 tierra)	ML	36	$ 1,519.72	$ 1,519.72
14	Suministro e instalación de alimentador desde SP5 hasta subpanel 6, considerand canalización en emt y alimentación de cobre THHN dispuestos en (3N° #6Fases. 1N° #10 tierra)	ML	30	$ 246.72	$ 246.72
	SUBTOTAL				$ 6,309.25

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 41. *Presupuesto de tomacorrientes a instalar (Ver cotizaciones en anexos)*

C	Toma corrientes				
15	Suministro de toma doble superficiel 15 A 125V, 1P 3H	UNIT	41	$ 2.47	$ 101.34
16	Suministro de tomacorriente grado industria 20 A 240V, 2P 3H	UNIT	6	$ 15.77	$ 94.63
17	Suministro de tomacorriente grado industria 30 A, media vuelta 240V, 3P 3H	UNIT	9	$ 13.66	$ 122.93
18	Suministro e instalación de cable de cobre 1N° 12 AWG Fase + 1N° 12 AWG NEUTRO + 1N° 14 AWG en tuberia EMT 1/2". Incluye (bridas EMT, pernos goloso, cajas 4x4 EMT)	ML	1361	$ 0.56	$ 763.29
19	Suministro e instalación de cableado y canalización para tomacorriente 240V 2N° 10 AWG FASE + 1N° 10 AWG NEUTRO + 12 AWG THHN TIERRA. Con tuberia de 1/2" EMT. Incluye accesorios (Bridas EMT, pernos goloso, cajas 4x4 EMT)	ML	687	$ 0.84	$ 573.65
20	Suministro e instalación de cableado y canalización para tomacorriente 240V 3N° 8 AWG FASE + 12 AWG THHN TIERRA. Con tuberia de 1 1/4" EMT. Incluye accesorios (Bridas EMT, pernos goloso, cajas 4x4 EMT)	ML	435	$ 1.42	$ 619.63
21	Suministro e instalación de cableado y canalización para tomacorriente 240V 3N° 6 AWG FASE + 12 AWG THHN TIERRA. Con tuberia de 1 1/4" EMT. Incluye accesorios (Bridas EMT, pernos goloso, cajas 4x4 EMT)	ML	113	$ 2.31	$ 261.50
	SUBTOTAL				$ 2,536.97
	TOTAL				$ 17,801.03

Fuente. *Elaboración propia*

Cabe destacar que en el presupuesto antes presentado no se consideró cambio de aire acondicionados ni iluminación debido a que estos fueron considerados en la auditoría realizada a la empresa en el año 2017 la cual se muestra en antecedentes del proyecto.

En este presupuesto se muestra el panel general, los cinco subpaneles a remplazar, sus respectivos interruptores, alimentadores principales, canalización, conductores de circuitos derivados y tomacorrientes, haciendo un total a invertir de $17801.03.

Otro aspecto importante para señalar es que no se realizó presupuesto de transformadores porque actualmente la empresa se encuentra en jornada laboral diurna y además de eso poseen un sistema fotovoltaico que asume el aproximadamente el 40% de la carga en temporada de invierno, por lo tanto, en la actualidad no es necesaria la repotenciación de los transformadores, sin embargo, en un futuro sería un excelente cambio para considerar.

Por otro lado, el banco de capacitores tampoco fue considerado debido a que en capítulos anteriores se demuestra que el banco actualmente instalado cumple con las necesidades de la empresa.

6.2. Beneficio técnico

La propuesta de mejora para el sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A, trae consigo muchos beneficios técnicos, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- Disminución en los costos de mantenimiento: descartar equipos y conductores en mal estado y remplazarlos por materiales nuevos disminuye la necesidad de brindarles mantenimiento correctivo de manera frecuente, únicamente se realizaría mantenimiento preventivo por lo que resulta más económico.
- Adecuación de la instalación a la normativa vigente: actualizar el sistema eléctrico y ajustarlo a la normativa vigente puede evitar multas o clausura de la empresa.
- Reducción de riesgos de accidentes por causas eléctricas: la mayoría de los elementos de la instalación actual se encuentran obsoletos y representan un alto riesgo de incendio u otro tipo de accidente por causa eléctrica, es por ello la necesidad de remplazar dichos elementos.
- Disminución de riesgo laboral: la empresa cuenta con un ambiente laboral húmedo y actualmente la mayoría de los conductores de maquinarias se

encuentran en contacto con el suelo y la humedad, lo que representa un alto riesgo para sus empleados.

- Optimización del consumo de energía eléctrica: la disminución en la caída de tensión y el desbalance en la instalación está directamente relacionado con la disminución del consumo de energía eléctrica.
- Mejora de las condiciones para incrementar paneles solares: el sistema eléctrico actual es una limitante para incrementar paneles solares debido al desorden y mal estado de la instalación.
- Mejora de las condiciones para la instalación de un medidor bidireccional: según lo mencionado en capítulos anteriores, un porcentaje lo generado por el sistema fotovoltaico es consumido por la carga de la empresa y otro porcentaje es inyectado a la red de la empresa distribuidora de energía eléctrica Disnorte Dissur (DNDS), energía que se pierde, es por ello la importancia de instalar un medidor bidireccional para que dicha energía sea vendida a DNDS, y para eso se deben crear las condiciones necesarias en dicha instalación.
- Mejora de aspecto visual de la instalación: debido a que la empresa es de una línea de productos alimenticios y productos gourmet, no puede tener un mal aspecto en sus instalaciones, por ello la necesidad de actualizar y reacomodar el sistema eléctrico actual.
- Mejora de las condiciones para trabajar doble turno: en el presente documento se incluye una propuesta de mejora general, en la cual se consideró una mejora en la iluminación para crear las condiciones para trabajo nocturno. Esto favorece a la empresa en el aumento de la producción.

6.3. Beneficio económico

Para la determinación del beneficio económico se consideraron tres aspectos importantes, la instalación de un medidor bidireccional para aprovechar la energía inyectada a la red de DNDS, disminución en las pérdidas de caídas de tensión y las pérdidas de maquinarias en caso de un fallo en el sistema eléctrico actual.

6.3.1. Instalación de un medidor bidireccional

Se realizó un análisis del consumo de la empresa en el mes de noviembre del año 2022 en el cual se determinó que cantidad de energía era suministrada por la empresa distribuidora DNDS, la cantidad de energía suministrada por el sistema fotovoltaico y la cantidad de energía inyectada a la red de DNDS.

En la siguiente tabla se muestra la suma de las cantidades de energía consumidas por ambas fuentes de alimentación y la energía inyectada a la red en todo el mes de noviembre 2022.

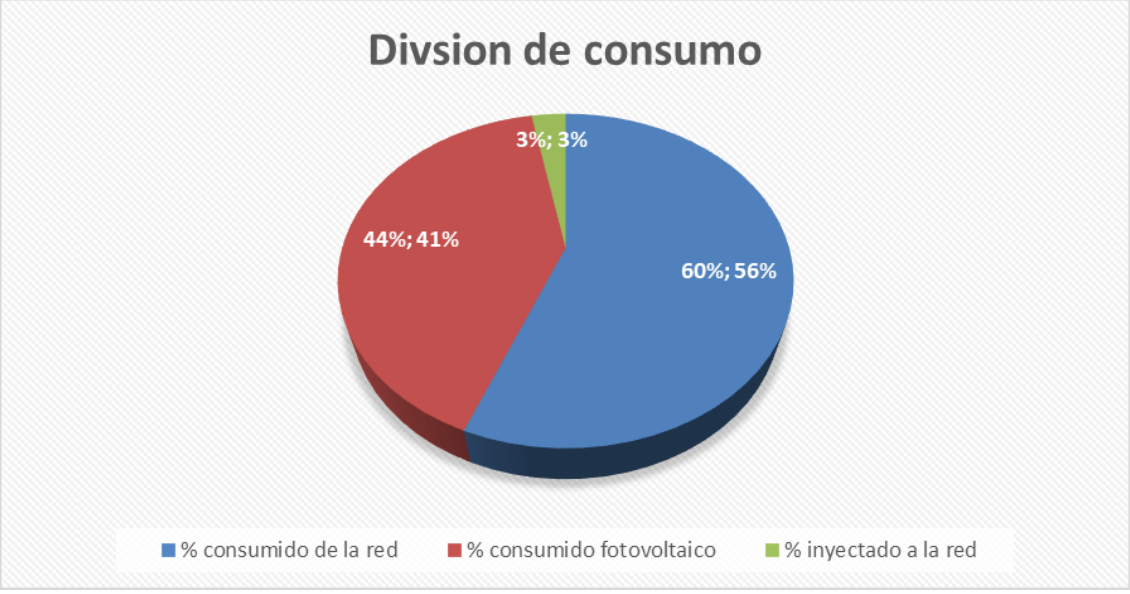
Tabla 42. *Energía consumida y energía inyectada a la red*

Suma de Consumo	Suma de Energía obtenida de la red	Suma de Producción fotovoltaica	Suma de Energía suministrada a la red
6222.27 kWh	3704.62 kWh	2710.73 kWh	193.08 kWh

Fuente. *Elaboración propia*

En la siguiente ilustración se puede observar la división del consumo de la instalación, en la que se muestra que un 3% de la energía generada por el sistema fotovoltaico es inyectada a la red de DNDS

Figura 34. *Diagrama pastel con Energía consumida y energía inyectada a la red*



Fuente. *Elaboración propia*

Cabe destacar que este es un comportamiento repetitivo que se pudo observar en el transcurso del año 2022. Es por ello que, se realizó una tabla de consumo con la facturación del año estudiado en la que se muestra la reducción mensual y anual considerando el 3% inyectado a la red.

Tabla 42. *Facturación año 2022*

Facturación NIS:		2000345	kW contratados:	42								
Nivel de tensión:		MT	Tarifa:	T3 BT INDUSTRIAL MENOR NOMINA								
Mes Facturado	Días Facturados	Energía kWh	kWh/dia	Demanda en Kw	Csmo React kVARh	Factor de potencia (FP)	Import total C$	Import total USD	KW con el 6% de reduccion por energía inyectada a la red	Import total USD considerando la reducción de 6%	Reduccion en el costo de la factura $	
28/1/2022	28	6,200	221	23	1,720	0.96	C$ 53,633.52	$1,465.40	21.81	C$ 1,377.47	$87.92	
25/2/2022	31	5,680	183	21	1,440	0.97	C$ 49,236.63	$1,345.26	19.55	C$ 1,264.55	$80.72	
28/3/2022	30	6,640	221	22	1,680	0.97	C$ 57,596.50	$1,573.67	20.30	C$ 1,479.25	$94.42	
27/4/2022	30	6,560	219	24	1,920	0.96	C$ 57,000.04	$1,557.38	22.94	C$ 1,463.94	$93.44	
27/5/2022	31	7,080	228	25	2,440	0.95	C$ 61,594.02	$1,682.90	23.31	C$ 1,581.92	$100.97	
27/6/2022	31	7,440	240	27	3,160	0.92	C$ 64,810.99	$1,770.79	25.57	C$ 1,664.54	$106.25	
28/7/2022	30	7,520	251	23	2,800	0.94	C$ 65,617.67	$1,792.83	21.43	C$ 1,685.26	$107.57	
27/8/2022	31	6,680	215	24	2,120	0.95	C$ 58,424.00	$1,596.28	22.18	C$ 1,500.51	$95.78	
27/9/2022	31	6,800	219	25	2,360	0.94	C$ 59,561.85	$1,627.37	23.31	C$ 1,529.73	$97.64	
28/10/2022	31	7,200	232	25	2,120	0.96	C$ 63,154.56	$1,725.53	23.31	C$ 1,622.00	$103.53	
28/11/2022	31	7,160	231	26	2,560	0.94	C$ 62,908.20	$1,718.80	24.44	C$ 1,615.68	$103.13	
29/12/2022	30	8,320	277	26	1,800	0.98	C$ 73,170.13	$1,999.18	24.06	C$ 1,879.23	$119.95	
Total	**365**	**83,280**	**2,739**	**290**	**26,120**	**N/A**	**C$ 726,708.11**	**$19,855.41**	**272**	**C$ 18,664.09**	**$1,191.32**	
Máximo	**31**	**8,320**	**277.33**	**27.20**	**3,160.00**	**0.98**	**C$ 73,170.13**	**$1,999.18**	**25.57**	**C$ 1,879.23**	**$119.95**	
Promedio	**30.42**	**6940.00**	**228.26**	**24.13**	**2176.67**	**0.95**	**C$ 60,559.01**	**$1,654.62**	**22.69**	**C$ 1,555.34**	**$99.28**	
Mínimo	**28**	**5,680**	**183.23**	**20.80**	**1,440.00**	**0.92**	**C$ 49,236.63**	**$1,345.26**	**19.55**	**C$ 1,264.55**	**$80.72**	

Fuente. *Elaboración propia*

En la tabla anterior se puede observar que en el año estudiado la empresa consumió en total 83,280 KWh, con una factura anual de $19,855.41, y considerando el 6% inyectado a la red se obtuvo un ahorro anual de $1191.32. Es importante mencionar que actualmente el sistema posee un mecanismo para de no inyección de energía a la red habilitada, por lo que este sistema podría inyectar más energía si se deshabilita ese mecanismo.

6.3.2. Reducción en pérdidas por caída de tensión

La caída de tensión es un efecto producido por la resistencia al paso de la corriente, este puede ser por el calibre, longitud y corriente del conductor. Es importante mencionar que, debido a la caída de tensión los voltios que tenemos al final del conductor pueden ser menores a los requeridos por los equipos existentes en la empresa, provocando un aumento del consumo ya que realizan un sobre esfuerzo, y dificultando en casos extremos el funcionamiento de los equipos receptores.

En los capítulos anteriores se pueden observar los cálculos de caída de tensión realizados a la empresa, los cuales eran aproximadamente del 6%. Mediante la propuesta de mejora y el cambio de los conductores este porcentaje de caída global de tensión disminuyó hasta 2.5%, por lo tanto, hubo una disminución del 3.5%.

Haciendo uso de la tabla 42 en la que se observa el histórico de facturación del año 2022, retomamos el consumo total del año el cual fue de 83,280 KWh, con una factura anual de $19,855.41, y considerando el 3% podríamos obtener un ahorro de $595.6 al año.

6.3.3. Pérdidas de maquinarias en caso de un fallo en el sistema

Actualmente la empresa cuenta con un número significativo de máquinas eléctricas las cuales utilizan para su producción. Dichas maquinarías tienen un alto costo en el mercado, cada una ronda aproximadamente $1000, para ser específicos, a continuación, se muestras las máquinas más importantes de la empresa:

1. Picadora marca NAGEMA
2. Embutidora HANDTMAND
3. Molino MEISSNER
4. Cutter MEISSNER
5. Mezcladora RUHLER

Tomando en cuenta lo antes mencionado, es importante destacar que, a consecuencia del estado actual del sistema eléctrico, es muy probable que ocurran fallas en el sistema que puedan ocasionar daños irreversibles en las maquinarias de producción, daños que podrían evitarse mejorando la instalación. Además, estos daños podrían ocasionar muchas pérdidas económicas porque se detendría la producción de la empresa.

6.4. Conclusión

En el presente capitulo se valoraron los beneficios técnicos y económicos de realizar un rediseño del sistema eléctrico de la empresa, esto con el objetivo de evaluar la rentabilidad del proyecto.

Para la evaluación de los beneficios técnicos y económicos se tomó en cuenta la instalación de un medidor bidireccional, el cual es el principal beneficio de la propuesta, asimismo, se consideraron otros aspectos tales como la optimización del consumo de energía, la instalación de más paneles solares en un futuro, disminución en los costos de mantenimiento, adecuación de la instalación a la normativa vigente, reducción de riesgos de accidentes por causas eléctricas y a su vez disminución de riesgo laboral, y aumento en la producción mejorando las condiciones para trabajar doble turno.

Es importante mencionar que, la empresa Bavaria S.A, es una empresa reconocida y de una línea alimenticia que está en constante crecimiento y que actualmente posee una gran inversión en materia prima, refrigeración y maquinarias, por lo tanto, debe ser de suma importancia tener una instalación segura para evitar riesgos de fallas en el sistema eléctrico y daños irreversibles en equipos.

A rasgos generales podemos concluir que la propuesta de rediseño presentada en este documento resulta factible y brinda excelentes beneficios a la empresa para aumentar la producción, disminuir el consumo de energía y hacer de su ambiente laboral un lugar seguro para sus empleados. Cabe destacar que más que beneficio económico, este rediseño se realizó con el objetivo de dar seguridad y confiabilidad a la instalación eléctrica.

RECOMENDACIONES

En el presente trabajo monográfico, se realizó una propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A, la cual fue basada en la normativa de servicio eléctrico NEC y CIEN. A continuación, se muestra las recomendaciones generales del proyecto:

1. Basado en el artículo 110- Requisitos para instalaciones eléctricas NEC 2014, se recomienda remplazar los centros de carga en mal estado, adquirir rótulos de señalización de precaución para cada uno y etiquetarlos en base a la información plasmada en los planos.
2. Se recomienda realizar redistribución de los circuitos, ya que estos se encuentran desordenados y provocan un desbalance en los centros de carga.
3. Considerando el articulo 402- Alambres para artefactos, se recomienda realizar recableado y los circuitos tomando en cuenta las normas de aislamiento, sección transversal y código de colores.
4. Se recomienda balancear los centros de carga, una vez realizada la distribución de los circuitos.
5. Se recomienda el remplazo del interruptor principal por uno de mayor capacidad, además que el interruptor principal tiene más de 20 años en uso.
6. Basado en el artículo 210-7- Tomacorrientes y enchufes CIEN, se recomienda remplazar tomacorrientes convencionales por tomacorrientes GFCI en áreas de alta humedad.
7. Se recomienda mejorar el sistema de iluminación según la propuesta presentada en caso de que la empresa decida trabajar doble turno, es decir diurno y nocturno.
8. Se recomienda actualizar los planos de iluminación, fuerza y diagrama unifilar.
9. Se recomienda la instalación de un medidor bidireccional, ya que el 3% de la energía generada por el sistema fotovoltaico es inyectada a la red de DNDS sin un beneficio a cambio.
10. Finalmente se recomienda realizar mantenimiento preventivo aproximadamente cada 6 meses.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo monográfico se realizó una propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la empresa Bavaria S.A en el cual se obtuvieron ciertos datos del estado general del sistema actual de la empresa.

Las visitas de campo y levantamientos técnicos realizados brindaron una visión amplia del esta general del sistema eléctrico, el cual se observó que se encuentra en mal estado debido al paso del tiempo y de no brindarle el mantenimiento adecuado, se observaron áreas en las que los paneles se encuentran oxidados, el cableado de los circuitos caídos o con conductores no aptos debido al crecimiento de la carga, asimismo se observaron tomacorrientes y apagadores en mal estado. En general se puede decir que el sistema eléctrico actual de la empresa se encuentra obsoleto y esto afecta rotundamente los espacios de trabajo y por ende la producción de la empresa.

Durante el levantamiento del sistema actual se obtuvo problemas para obtener la trayectoria de los circuitos ya que estos no estaban debidamente rotulados y el mal estado de los interruptores permitían muy poca manipulación, sin embargo, luego de varias visitas se logró recolectar la información necesaria para plasmarla en planos eléctricos.

Se realizaron los planos actuales de fuerza, iluminación y diagrama unifilar, durante este proceso se tuvieron muchas dificultados debido a la inexistencia de trabajos previos que dieran una noción de los elementos existentes en la instalación, incluso se tuvo que realizar el plano arquitectónico del lugar debido a que esa información nunca fue actualizada.

Una vez recolectada la información se procedió a realizar los cuadros de paneles, en los cuales se pudo observar que la mayoría de los centros de carga presentaban un porcentaje de desbalance mayor a lo permitido por la normativa, destacando que el porcentaje de desbalance total de la instalación es de 18%.

Es importante mencionar que la instalación actual presenta muchas deficiencias y violaciones a las normativas, la mayoría debido a la falta de mantenimiento y antigüedad de los equipos eléctricos, también se observa la mala organización eléctrica y estética.

Para solucionar la problemática presentada en la empresa se propuso un rediseño completo del sistema eléctrico, en el cual se realizaron cálculos de transformador, acometida e interruptor principal. Asimismo, se realizó una redistribución de los circuitos y se recalcularon los conductores con su debida protección y canalización, es importante mencionar que para dicha distribución se tomo en consideración el balance de carga de los paneles.

Con respecto a la climatización e iluminación se mantuvo las condiciones actuales debido a que en el año 2017 se realizó una auditoría eléctrica en la que se contemplaron dichos cambios, sin embargo, se realizó una propuesta de iluminación en caso de que la empresa decida trabajar en doble turno (diurno y nocturno).

Posteriormente, se realizaron los planos actualizados de iluminación, fuerza y diagrama unifilar, para luego evaluar los beneficios técnicos y económicos del proyecto de rediseño del sistema eléctrico.

Para la evaluación de los beneficios técnicos y económicos se tomó en cuenta la instalación de un medidor bidireccional, el cual es el principal beneficio de la propuesta, asimismo, se consideraron otros aspectos tales como la optimización del consumo de energía y la instalación de más paneles solares en un futuro.

Con esto se concluye que se obtuvieron resultados satisfactorios de la propuesta de rediseño, ya que brindará excelentes beneficios a la empresa para aumentar la producción, disminuir el consumo de energía y mejorar su ambiente laboral. Cabe destacar que más que beneficio económico, este rediseño se realizó con el objetivo de dar seguridad y confiabilidad a la instalación eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nicaragüense de Energía (1996). CODIGO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE NICARAGUA (CIEN). Managua, Nicaragua

NFPA 70®. CODIGO ELECTRICO NACIONAL, 2014 EDITION

A, B, C de las instalaciones eléctricas residenciales, Ing. Gilberto Enríquez Harper, Profesor titular de la escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, Editorial LIMUSA SA 1996

Doupovec, D. (31 de Julio de 2010). *La metodología y plateamiento del problema*. Obtenido de Blogger: http://metodologia02.blogspot.com/2010/07/la-metodologia.html

Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación.* México: Mc Graw Hill.

Neagu Bratu Serbán, E. C. (1995). *Instalaciones Eléctricas .* México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de c.v.

ANEXOS

Anexo A. Memoria de calculo

Tabla 1. Caída de tensión

Alimentador panel administración

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	10										
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	95.53						95.53	2	240	33.6	0.47

Alimentador panel empaque (SUBP2)

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	8										
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	25.00						25	1.73	240	13.3	0.22

Alimentador panel producción 1 (SUBP3)

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	25										
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	94.11						94.11	1.73	240	53.5	0.63

Alimentador panel producción 2 (SUBP4)

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	26										
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	111.95						111.95	1.73	240	67.4	0.62

Alimentador panel cuarto frio (SUBP5)

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	36										0.94
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	122.00						122	1.73	240	67.4	

Alimentador panel taller eléctrico (SUBP6)

# de tramo	1	2	3	4	5	6	Corriente total (A)	C	Voltaje (V)	Scu (mm^2)	Caída de tensión (%)
Longitud del tramo (m)	30										0.90
Corriente que se bifurca en cada tramo (A)	15.00						15	2	240	8.37	

Fuente. Elaboración propia

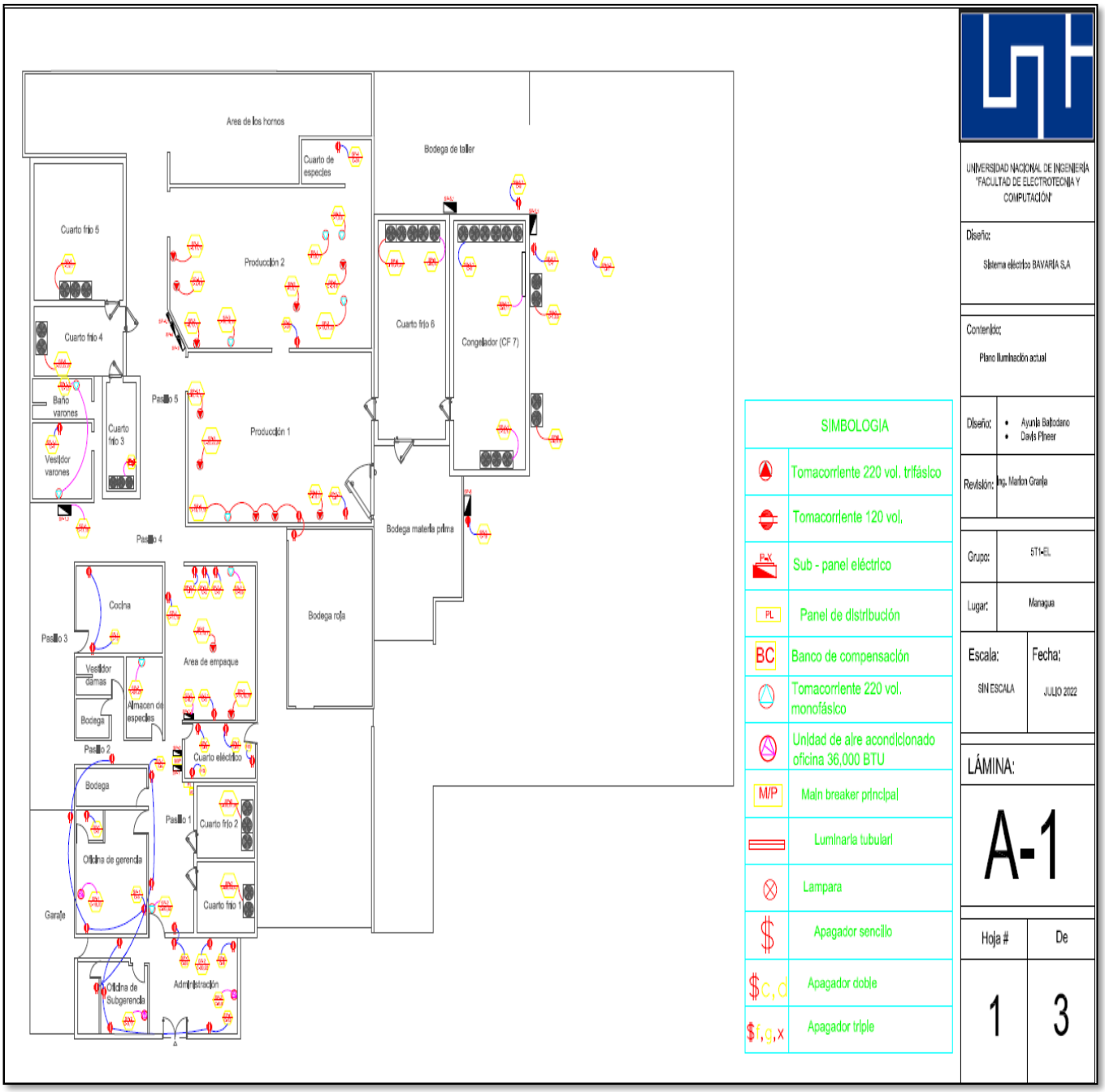
Tabla 2. Tabla de fuentes de alimentación eléctrica

Fechas	Energía consumida	Energía obtenida de la red	Producción Solar	Energía suministrada a DN-DS
1/11/2021	162254.22	99676.11	80609.22	18031.11
2/11/2021	142364.27	74442.25	73134.27	5212.25
3/11/2021	210169.46	136936.23	74793.46	1560.23
4/11/2021	236800.9	125361.04	111915.9	476.04
5/11/2021	273677.34	176316.03	97787.34	426.03
6/11/2021	213022.35	113257.36	108754.35	8989.36
7/11/2021	204267.5	108429.21	107796.5	11958.21
8/11/2021	251262.91	149730	107537.91	6005
9/11/2021	217437.32	115377.12	102806.32	746.12
10/11/2021	240624.11	164119.02	76739.11	234.02
11/11/2021	249378.52	143055	106818.53	495
12/11/2021	258306.26	171711.03	87326.27	731.03
13/11/2021	184682.48	111814.06	81711.48	8843.06
14/11/2021	214860.27	142069.52	78771.28	5980.52
15/11/2021	222659.86	140325.03	89190.86	6856.03
16/11/2021	228018.32	142349.1	86157.33	488.1
17/11/2021	228927.4	145937.11	83465.4	475.11
18/11/2021	228797.92	141063.22	88417.92	683.22
19/11/2021	216533.97	162484.07	54505.95	456.05
20/11/2021	222227.14	139742.03	87120.14	4635.03
21/11/2021	187198.5	104246.88	89898.5	6946.88
22/11/2021	178948.24	106821.35	91900.25	19773.35
23/11/2021	147262.37	75674.19	87258.37	15670.19
24/11/2021	176245.29	106336.03	78567.29	8658.03
25/11/2021	159871.65	74702.13	99633.65	14464.13
26/11/2021	189663.7	127875.67	70582.69	8794.66
27/11/2021	208427.12	136829.44	72758.12	1160.44
28/11/2021	183206.93	77993.73	123689.93	18476.73
29/11/2021	187742.5	89305.81	111195.5	12758.81
30/11/2021	197433.69	100644.12	99887.69	3098.12
Total, general	**6222272.51**	**3704623.89**	**2710731.53**	**193082.86**

Fuente. Elaboración propia

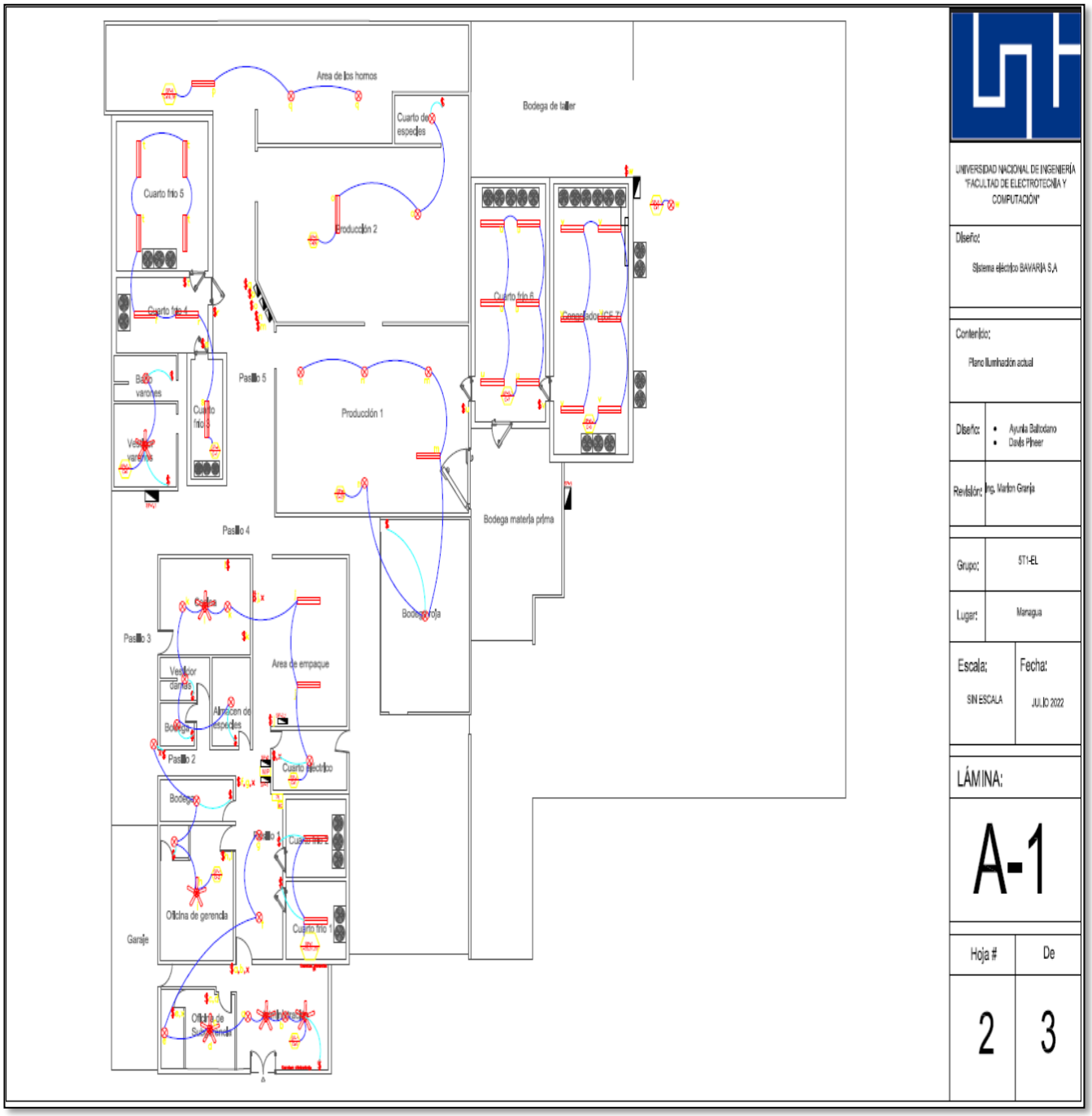
Anexo B. Planos

Figura 1. *Plano de tomacorrientes actual*



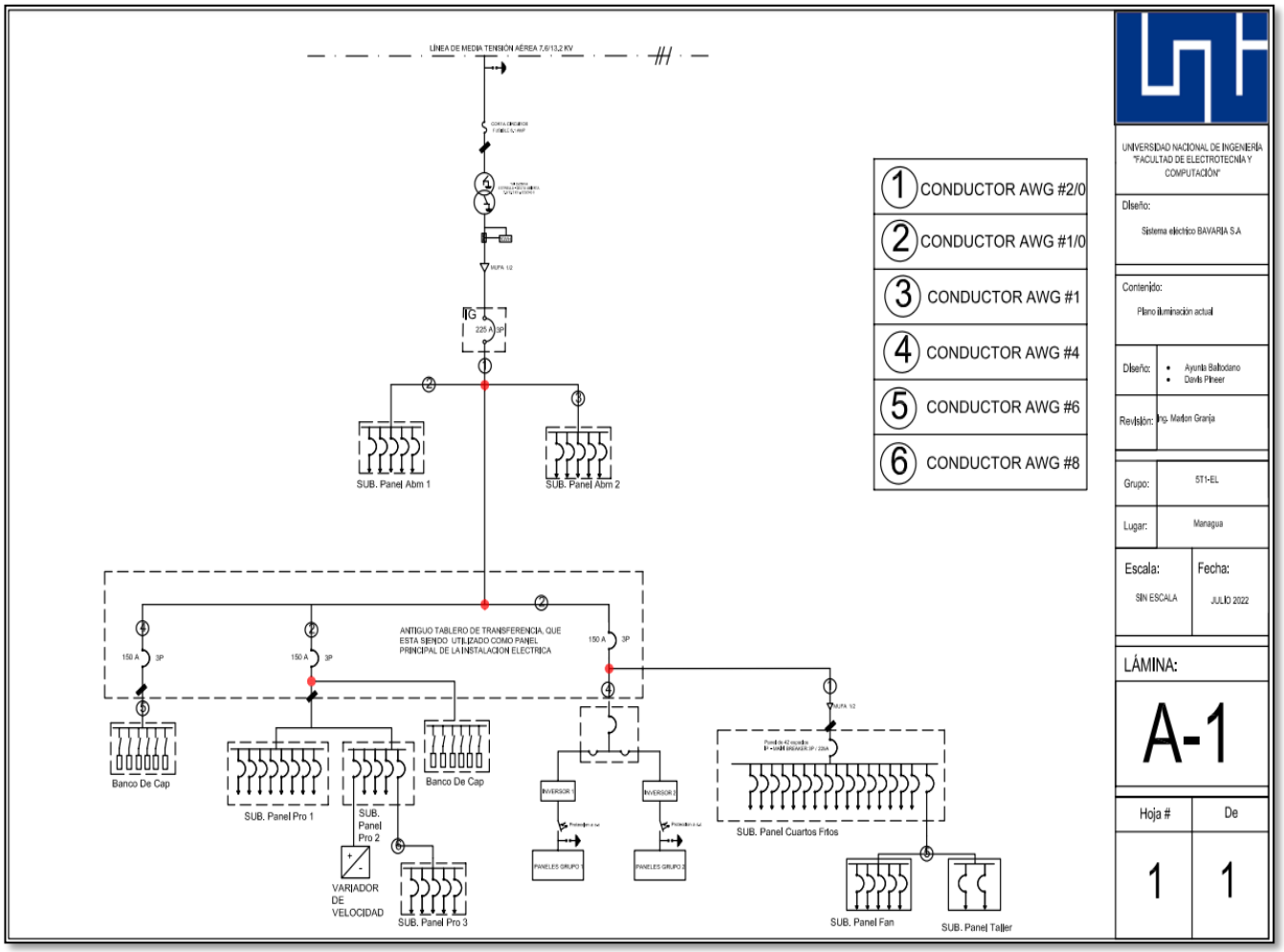
Fuente. *Elaboración propia*

Figura 2. *Plano de iluminación actual*



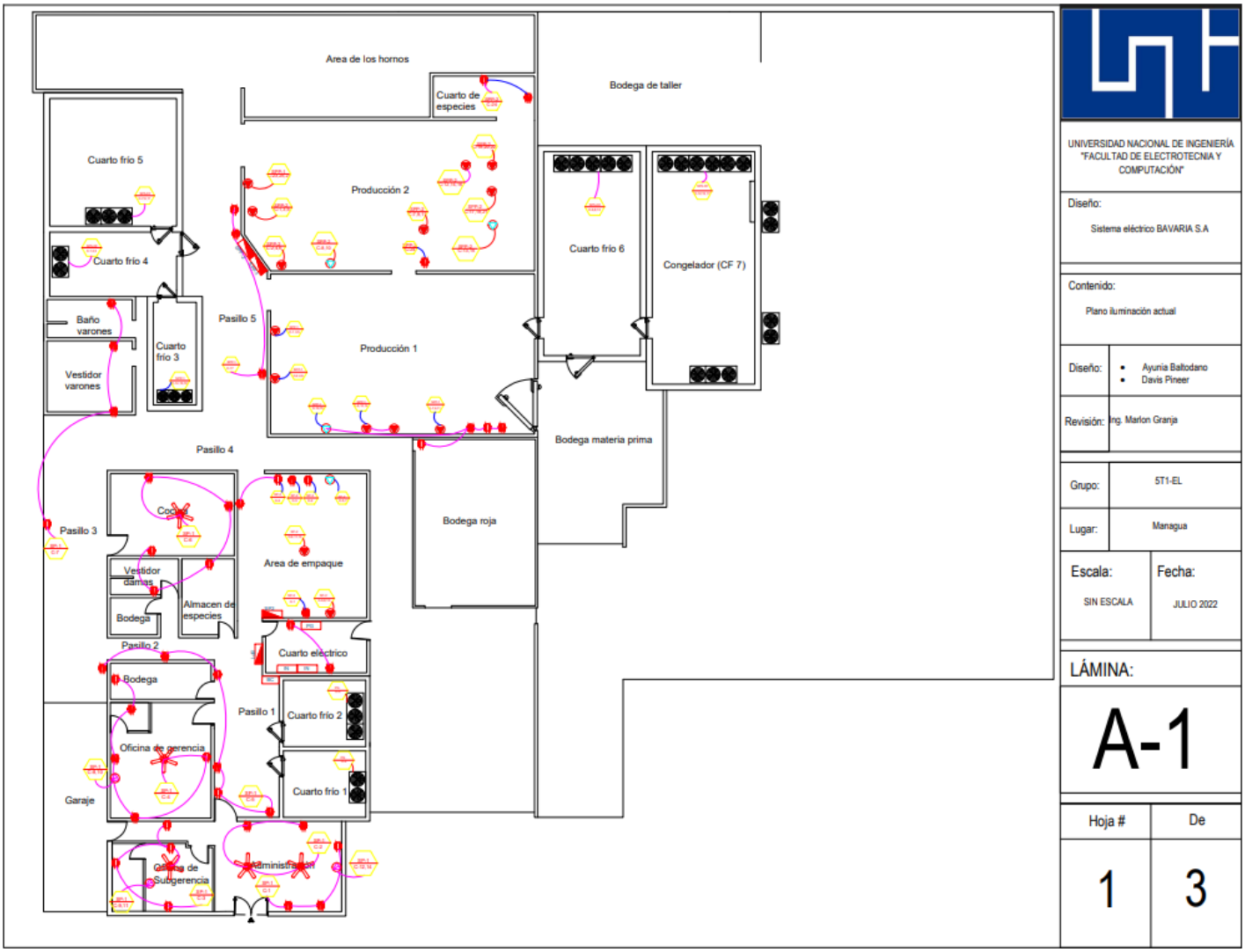
Fuente. *Elaboración propia*

Figura 3. *Diagrama unifilar actual*



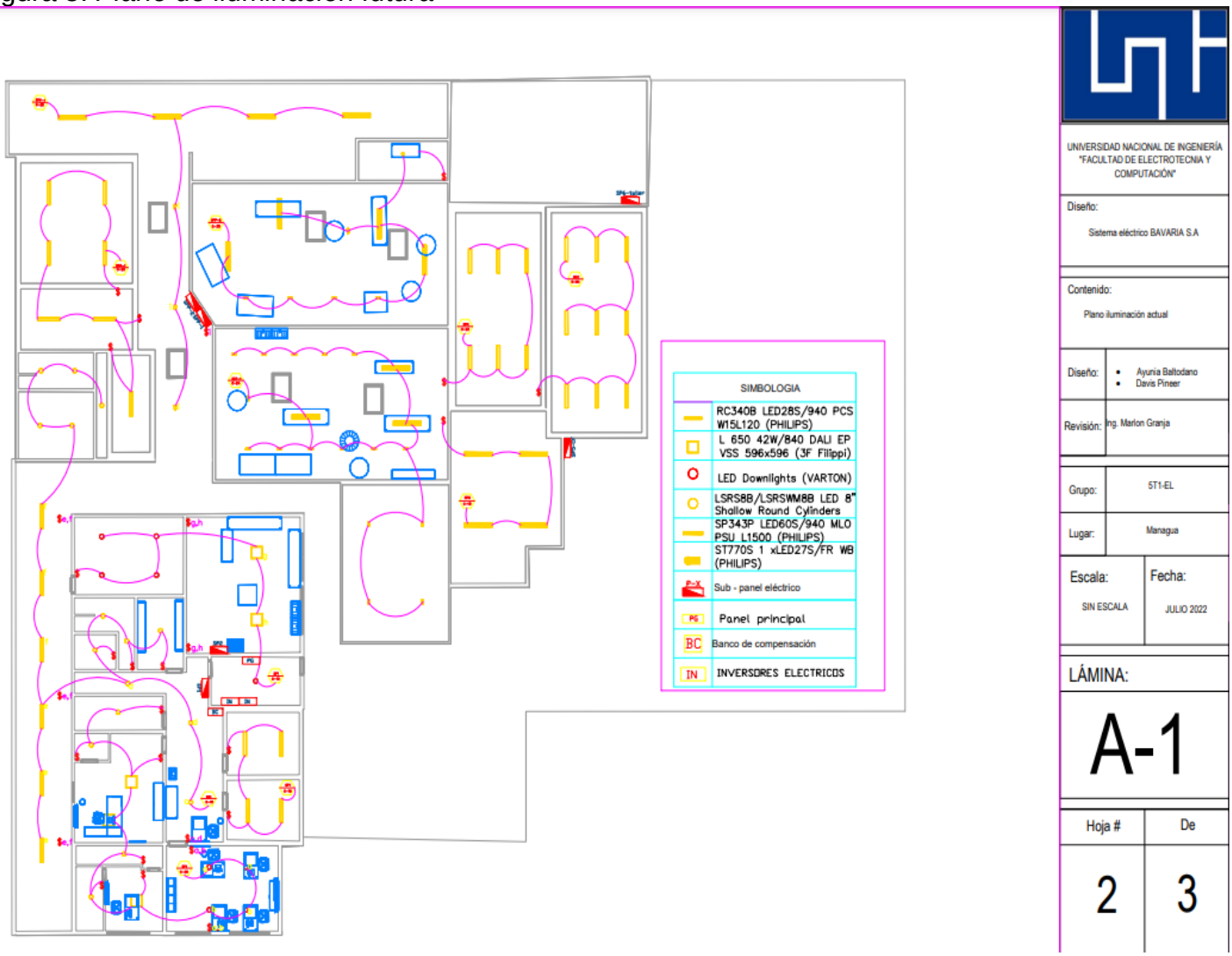
Fuente. *Elaboración propia*

Figura 4. *Plano de tomacorrientes futura*



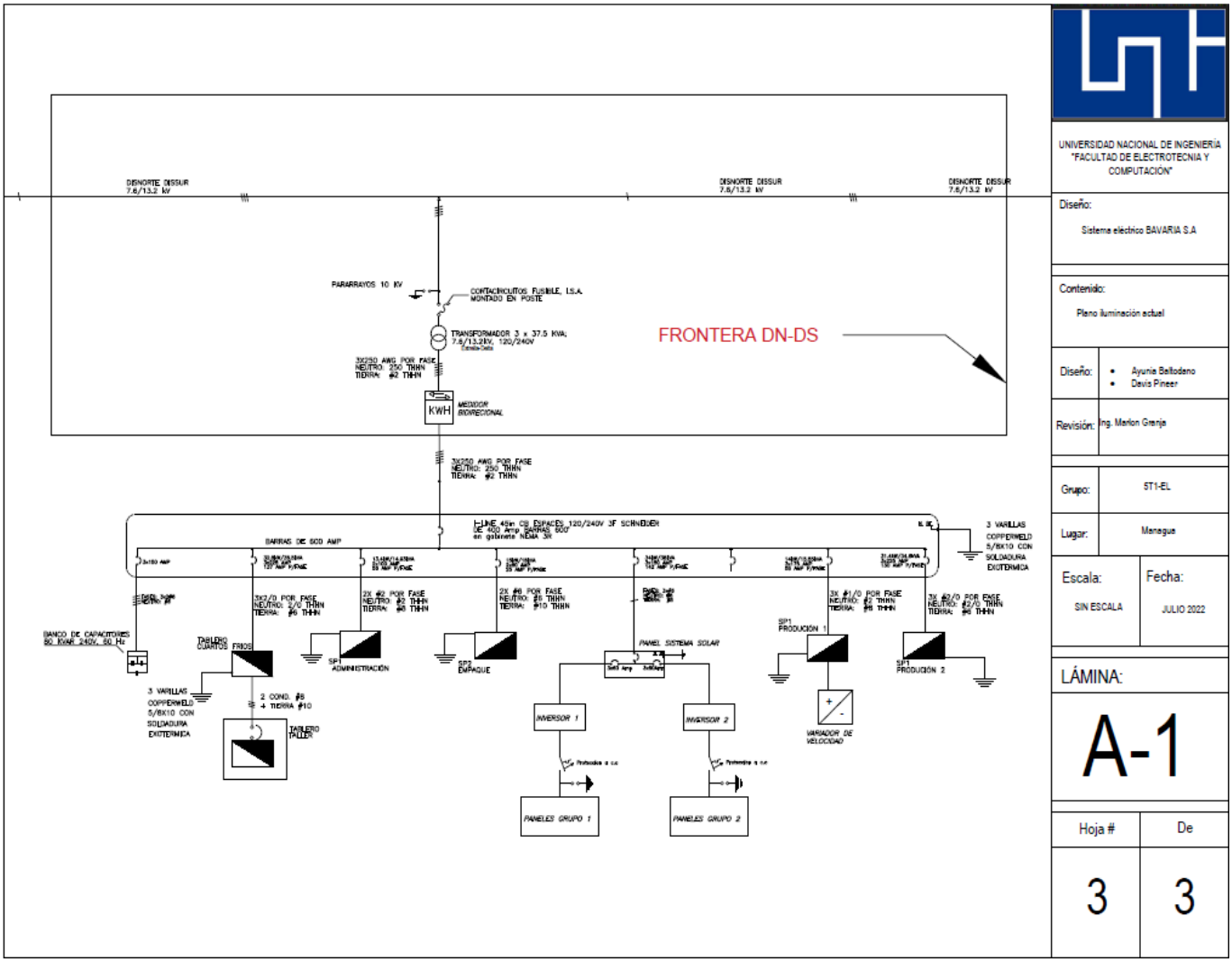
Fuente. *Elaboración propia*

Figura 5. *Plano de iluminación futura*



Fuente. *Elaboración propia*

Figura 6. *Diagrama unifilar futura*



Fuente. *Elaboración propia*

Anexo C. Ficha técnicas

Fichas técnicas de iluminación

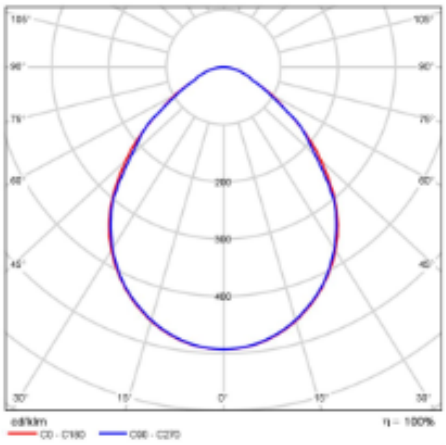
Figura 7. Ficha de producto 3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596

Ficha de producto

3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596

N° de artículo	21887
P	48.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	4958 lm
$\Phi_{Luminaria}$	4958 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	103.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS
Rendimiento luminoso 100% (DLOR 100%, ULOR 0%).
Flujo luminoso inicial de la luminaria 4958 lm.
Flujo luminoso del aparato de emergencia BLF 13,1%.
Distribución directa simétrica.
Instalación de Interdistance Dtransv. = 1,17 x hu - Dlong. = 1,16 x hu.
Luminancia media <3000 cd/m² para ángulos >65° radiales.
UGR <19 (EN 12464-1).
Eficacia luminosa 103 lm/W.
Duración útil (L93/B10): 30000 h. (tq+25ºC)
Duración útil (L90/B10): 50000 h. (tq+25ºC)
Duración útil (L85/B10): 80000 h. (tq+25ºC)
Duración útil (L80/B10): 100000 h. (tq+25ºC)
Disminución repentina del flujo luminoso después de 50000 h: 0% (C0).
Seguridad fotobiológica conforme a la norma IEC/TR 62778: (RG0) (IEC 62471).
Conforme a las normas IEC/EN 62722-2-1 - IEC/EN 62717.



CDL polar

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Fuente. DIALux Evo

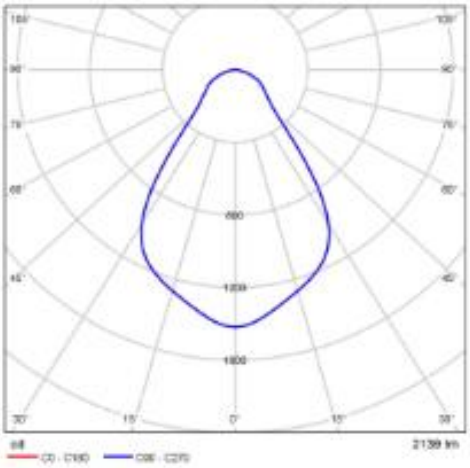
Figura 8. Ficha técnica Cooper Lighting - LSRS8B/LSRSWM8B LED 8" Shallow Round Cylinders

Ficha de producto

Cooper Lighting - LSRS8B/LSRSWM8B LED 8" Shallow Round Cylinders

N° de artículo	LSR8B20D010 EC8B20B30 8LBW0MW
P	21.3 W
$\Phi_{Luminaria}$	2139 lm
Rendimiento lumínico	100.4 lm/W
CCT	3259 K
CRI	84

Mounting: high bay/low bay ceiling, wall, stem or aircraft cable, Spun aluminum housing: Spun aluminum reflectors, 5 color temperatures: 2700K, 3000K, 3500K, 4000K and 5000K CCT, CRI: 80, 90 or 97; D2W™ option from 3000K to 1850K, Lumens: 1,000-6,000; W2N Tunable White 2700K-6500K or 2000K-5000K, Colors: Matte Black, White, Bronze and Silver paint finishes, Standard 0-10V dimming down to 1%, ENERGY STAR® qualified, 5-year warranty, Integral or remote driver options



CDL polar

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

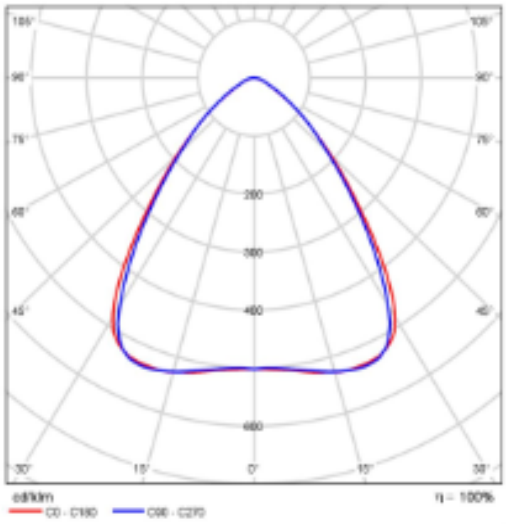
Fuente. DIALux Evo

Figura 9. Ficha técnica Philips - RC340B LED28S/940 PCS W15L120

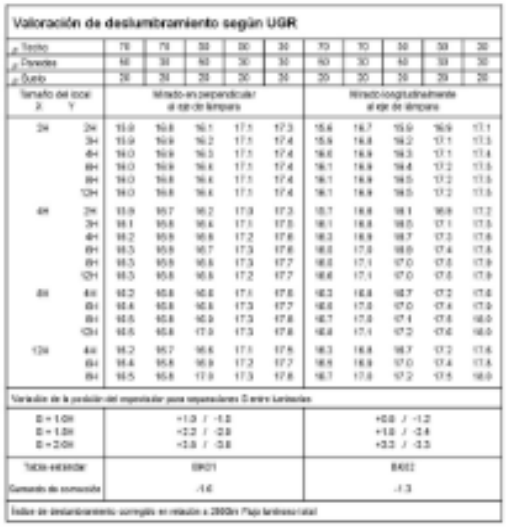
Ficha de producto

Philips - RC340B LED28S/940 PCS W15L120

P	20.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	2800 lm
$\Phi_{Luminaria}$	2799 lm
η	99.95 %
Rendimiento lumínico	139.9 lm/W
CCT	4000 K
CRI	90



CDL polar



Valoración de deslumbramiento según UGR

FlexBlend - Unlocking the potential of LED lighting in offices Office owners and staff responsible for lighting operations are searching for high quality yet energy-efficient lighting that complies with norms and regulations. Designed to support these needs, Philips FlexBlend is enabling building owners to fully optimize their lighting operations, by offering office-compliant lighting with an attractive return on investment. Furthermore, FlexBlend provides the required flexibility by being easy applied on different ceiling types as well as in different office spaces like open office or meeting rooms.

Though technology is changing fast, the ideal lighting solution is also expected to be ready to incorporate innovations and future advances that can help optimize operations further. For this reason, Philips FlexBlend is also ready to be connected to controls such as Actilume or used together with the Philips SpaceWise lighting system.

It can also be connected to software-based lighting systems like Interact Office, which provides the luminaire with further intelligence

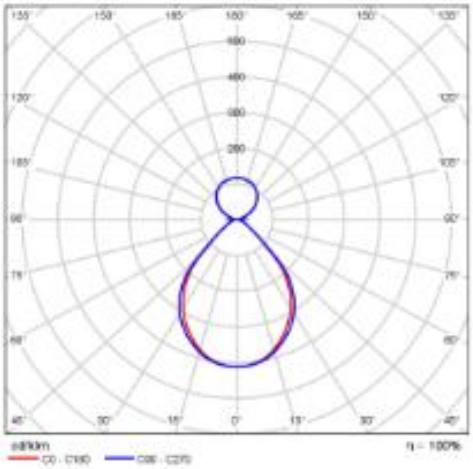
Fuente. DIALux Evo

Figura 10. Ficha técnica. Philips - SP343P LED60S/940 MLO PSU L1500

Philips - SP343P LED60S/940 MLO PSU L1500

P	58.5 W
$\Phi_{Lámpara}$	6000 lm
$\Phi_{Luminaria}$	5997 lm
η	99.96 %
Rendimiento lumínico	102.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	90

FlexBlend heading the way to efficient and flexible furnished offices areas Philips FlexBlend is an attractive family of surface mounted and suspended luminaires, next to Flexblend recessed. The luminaire range is enabling building owners to advance their lighting operations, by offering office-compliant lighting with a return on investment of less than 3 to 4 years.
FlexBlend provides the required flexibility through the adaptability in design. This gives the possibility to install the luminaires easily in the field, at any moment. Even when todays luminaire is suspended, tomorrow this can be adapted to a surface mounted installation at the venue. And the other way around.
The surface mounted and suspended luminaire range fit to many different office spaces like open plan office, corridors, reception or meeting rooms.
FlexBlend is offered in both lines and as standalone, using the same lighting module. This gives the option to the users to use FlexBlend as standalone now, and tomorrow, as line. The controller is integrated in the luminaire.
As technology is changing fast, the ideal lighting solution is also expected to be ready to incorporate innovations that can help optimize operations further. For this reason, FlexBlend holds all connectivity and future ready options available. As System Ready luminaire it can be paired with lighting management systems such



CDL polar

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Fuente. DIALux Evo

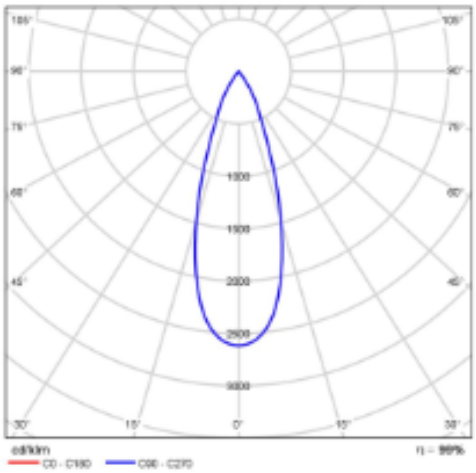
Figura 11. Ficha técnica. Philips - ST770S 1 xLED27S/FR WB

Ficha de producto

Philips - ST770S 1 xLED27S/FR WB

P	32.5 W
$\Phi_{Lámpara}$	2700 lm
$\Phi_{Luminaria}$	2686 lm
η	99.47 %
Rendimiento lumínico	82.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

The ultimate in retail flexibility and performance With StyliD Evo, retailers can enjoy the superior quality of light and market-leading energy efficiency of PerfectAccent optics in a series of flexible and future-proof projectors. StyliD Evo projectors are easy to reconfigure with quick and easy optic upgrades that require no tools. They also support frequent changes in store layouts, as the StyliD Evo projector can be easily repositioned on the track or Maxos fusion backbone. Covering a wide range of lighting applications, from lower light levels in convenience formats to high-ceiling installations where very high light output is required, StyliD offers continuity for every retail concept. StyliD Evo can be mounted on 3C or DALI track (ST770T, ST780T), on Maxos fusion (ST770S, ST780S, ST770X), or into the ceiling with a semi-recessed version (ST770B). All StyliD Evo projectors with PerfectAccent reflectors are certified as a circular lighting product and offer multiple system integration and dimming options, including wired as well as wireless. For prolonged shelf life and better visual representation of food, reducing food waste and increasing sales, fresh food LED lighting recipes are available. Check out our Fashion and Food catalog pages to find out more about PremiumWhite, PremiumColor, Fresh Meat, Rosé, Frost and Champagne.



CDL polar

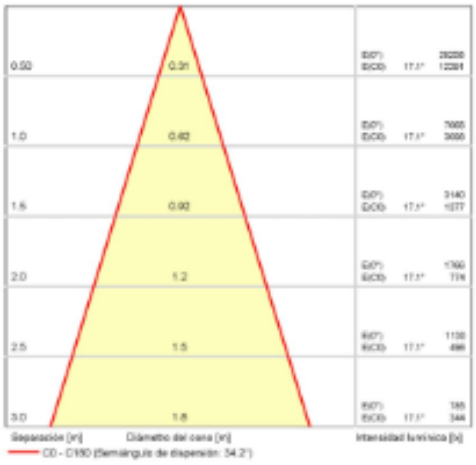


Diagrama conico

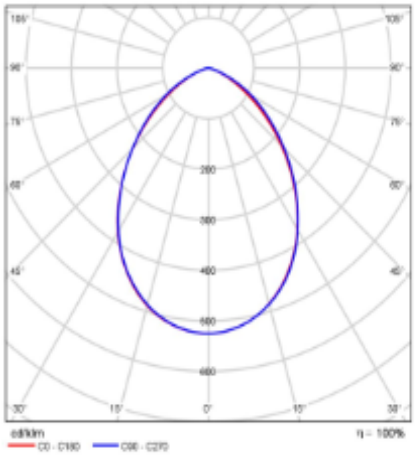
Fuente. DIALux Evo

Figura 12. Ficha técnica. VARTON - LED Downlights

Ficha de producto

VARTON - LED Downlights

N° de artículo	V1-R0-90084-10D01-44040TW DL-01 Tunable White 40 W 40W 2700...6500K DALI Tunable White
P	40.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	3600 lm
$\Phi_{Luminaria}$	3600 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	90.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

Classic dust-tight downlight with CCT control. Paintable in any RAL color. Application: offices, commercial spaces, hospitality (restaurants, hotels, coffee bars), retail spaces.Installation: recessed into plasterboard, stretch or suspended ceilings.
Input voltage (AC, 50Hz), V: 198...264
AC frequency, Hz: 50
Flicker, %: 5
Protection class: II
Climatic modification and category of placement: УХЛ4
Ingress protection (IP): IP20
Impact resistance: IK10
Housing material: Aluminium
Mounting method: Built-in
https://www.varton.ru/products/daunlayty/dl-01-tunable-white/dl-01-tunable-white-40-vt/svetodiodnyy-svetilnik-varton-dl-01-kruglyy-vstraivaemyy-230x81-mm-40-vt-tunable-white-2700-6500-k-1/

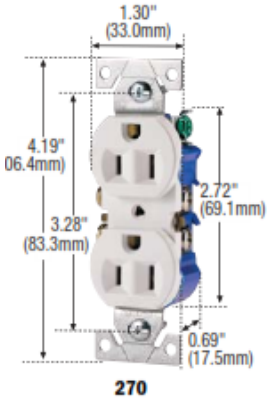
Fuente. DIALux Evo

Ficha técnica de tomacorriente

Figura 13. Ficha técnica. Toma hembra

Standard Grade Straight Blade Duplex Receptacles

2 Pole, 3 Wire Grounding
15A 125V



270

Standard Grade Duplex Receptacles

FEATURES

- Longer, wider strap provides 40% more contact area to wall board. Virtually eliminates floating installations.
- Screw-Catch™ feature automatically holds the wallplate and mounting screw in place.
- Built-in wire stripper for #14 and #12 wire provides backup for misplaced tools.
- Built-in wire looper designed to speed termination of both #14 and #12 wire.
- High impact-resistant thermoplastic face and back body eliminates job site breakage.
- Double wipe ground contacts ensure long-term ground retention.
- Easy access split circuit break-off tab.
- Side wire terminals accept up to #10 solid or stranded wire.
- Push-in terminals accept #14 solid wire.
- Terminal screws backed out – ready for wiring.
- Combination slot/Phillips head mounting and terminal screws ease installation (slot/Robertson screws in Canada where available).

Side Wire and Push Wire

Rating				Catalog No.		
A	V	NEMA	Color	Standard	Automatic Ground	Less Ears
15	125	5-15R	Almond	270A	270-9A	4270A
			Brown	270B	270-9B	4270B
			Ivory	270V	270-9V	4270V
			Light Almond	270LA	270-9LA	4270LA
			White	270W	270-9W	4270W

Fuente. Cooper Wiring Devices

Figura 14. Ficha técnica. Toma hembra GFCI

Arrow Hart specification grade GFCI receptacles

Project Name:	Prepared By:
Project Number:	Date:
Catalog Number:	Type:

SGF20

TRSGF15

WRSGF15

TWRSGF15

Description

2-pole, 3-wire grounding
15A, 125V/AC
20A, 125V/AC

5-15P 5-20P

TR TWR WR

Design features

- Performs periodic self-tests to ensure integrity of GFCI protection
- Visual trip indicator light gives quick notification of a tripped or "end of life" condition
- Meets and exceeds 10 kA short circuit testing and Underwriters Laboratories (UL) UL943 safety standards
- Automatic grounding system eliminates need for bonding jumper in grounded metal enclosure, provides redundant measure of ground continuity where jumper is used
- Ground termination with back wire clamp provides secure wiring and reduces installation time
- Tamper resistant shutters help prevent foreign objects from being inserted
- Line side terminals are backed out and staked for fast installation
- Horizontal test/reset button alignment provides larger unobstructed area
- Test and reset buttons are color matched to provide superior aesthetics
- Tapered back wire openings handle multiple wire sizes and types for applications up to #10 AWG solid or stranded wire
- When downstream receptacles are wired from load side, a 20A feed-through rating offers full protection
- Line-load miswiring protection: GFCIs will not provide power downstream when wired incorrectly
- Tri-combo head terminal and mounting screws
- UL Listed, fully compliant with all latest UL943 Class A GFCI requirements
- Tamper resistant models comply with 2014 NEC Article 406.12
- Weather resistant models comply with 2014 NEC Article 406.9 that states that all receptacles installed in wet or damp locations must be weather resistant
- Longer, wider "bridged" strap provides 40% more contact area with wallboard, virtually eliminating floating installations
- Matching thermoplastic wallplate included

Fuente. Cooper Wiring Devices

Figura 15. Ficha técnica. Toma hembra media vuelta grado industrial trifásico

LEVITON

99W48-S

30 Amp, 250 Volt, NEMA L6-30, 2P, 3W, Locking Single Outlet, Industrial Grade, Grounding, Wetguard - YELLOW

Color: Yellow

UPC Code: 07847751966

Country Of Origin: United States

NEMA: L6-30R

Technical Information

Electrical Specifications

Amperage: 30 A

Voltage: 250 VAC

Pole: 2

Wire: 3

Grounding: Grounding

Dielectric Voltage: Withstands 2000V per UL498

Current Limiting: Full Rated Current

Temperature Rise: Max 30C after 250 cycles OL at 200 percent rated current

Environmental Specifications

Flammability: Rated V-2 per UL 94 (wiring module)

Operating Temperature: -40°C to 60°C

Enclosure Rating: NEMA 4, 4X, 12 IEC IP66

Environment: Wet

Material Specifications

Cover/Lid: Valox PBT

Wiring Module Mounting Cup: Valox PBT

Wiring Module: Nylon

Cover Gasket: Santoprene TPV

Torsion Spring Mechanism (Flip Lids): Stainless Steel

Blades/Contacts, Terminal Clamps: Electroless Nickel-coated Brass

Terminal Screws: Electroless Nickel-coated Brass

Mounting & Assembly Screws: Stainless steel, non-magnetic

Mechanical Specifications

Terminal Accom.: #12 AWG to #8 AWG

Product ID: Ratings and NEMA I.D. permanently marked on device

Product Features

NEMA: L6-30R

Color: Yellow

Device Type: Locking Outlet

Brand: Wetguard

Standards and Certifications

NEMA: WD-6

ANSI: C-73

UL: 498

CSA: C22.2 No. 42

NOM: 057

Warranty: Lifetime Limited

Fuente. LEVITON

Ficha técnica Centros de carga

Figura 16. Ficha técnica Panel General

Types 1 and 2 Enclosure with Optional Door

Types	Environments	Provides Protection Against
Type 1	Indoor	Contact with the enclosed equipment
Type 2	Indoor	Falling water and dirt
Type 3R	Outdoor	Falling rain, sleet; undamaged by ice
Type 4/4X Stainless	Indoor/Outdoor	Corrosion, hose-directed water, dust
Type 5	Indoor	Settling dust, falling dirt, dripping liquids
Type 12	Indoor	Circulating dust, falling dirt, dripping liquids

Type 1 Enclosures	**Fronts:**	HCJ, HCP, HCP-SU, and HCR-U surface and flush trims available as four-piece construction, standard (door not included). An optional four-piece trim with door is also available.
		Finished with gray-baked enamel electrodeposited over cleaned phosphatized steel (ANSI 49).
		Directory card holders provided with all fronts.
	Boxes:	Galvanized steel in 26, 32, 42, and 44-inch (660, 813, 1067, and 1118 mm) widths.
		Removable endwalls without knockouts.
Type 3R, 5, and 12 Enclosures	Gasketed door with vault handle and directory card holder.	
	Three-point latching.	
	End and side gutter trim.	
	No knockouts.	
	Removable drain screw for Type 3R.	
	Finished with gray-baked enamel electrodeposited over cleaned phosphatized steel (ANSI 49).	
Type 4X Enclosures (Factory-Assembled Only)	Corrosion-resistant, stainless steel.	
	Watertight and dusttight.	
	Gasketed door.	
	Directory card located on inside of door.	

Flush Lock used on HCJ, and HCP-SU Types 1 and 2 Fronts (Catalog No. PK4FL**)**

Sliding Vault Lock used on HCP, and HCR-U Types 1 and 2 Fronts (Catalog No. PK5FL**)**

Fuente: Schneider Electric

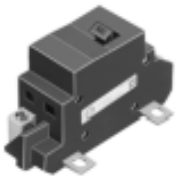
Figura 17. Ficha técnica SUB paneles

QO® and Homeline® Load Centers and Enclosures
General Information and Application Data

Cover

QOL125 Kit

QOL225 Kit



QOM1

Single-Phase, 12–42 Circuits, 100–225 A, Convertible Mains, Continued

Covers

- Flush and surface covers sold separately
- Flush covers have spring-loaded interior trim for automatic flush adjustment
- Positive action, easy-open door latch

Main Lugs Kits

- Field-installable in main circuit breaker or main lugs load centers
- QOL125 kit for use in 100 125 A load centers
- QOL225 kit for use in 150 225 A load centers

Main Circuit Breaker Kits

- Field-installable in main lugs or main circuit breaker load centers
- 50 2 25 A main circuit breaker kit is 22,000 AIR series rated with 10,000 AIR branch circuit breakers

Field-Installable Main Circuit Breaker (Convertible Main Load Centers Only)

Main Circuit Breaker Ampere Rating [1]	Use with Convertible Load Center Mains Rating	22,000 AIR Main Circuit Breaker	Lug Wire Size [2] AWG/kcmil Al or Cu	Lug Torque lb-in. / N•m
QOM1 Frame Size				
50	100 125 A	QOM150VH	#12 2/0	50 lb-in. (6 N•m)
60	100 125 A	QOM160VH		
70	100 125 A	QOM170VH		
80	100 125 A	QOM180VH		
90	100 125 A	QOM190VH		
100	100 125 A	QOM1100VH		
110	125 A	QOM1110VH		
125	125 A	QOM1125VH		
QOM2 Frame Size [3 4]				
100	150 225 A	QOM2100VH	#4 300	250 lb-in. (28 N•m)
125	150 225 A	QOM2125VH		
150	150 225 A	QOM2150VH		
175	200 225 A	QOM2175VH		
200	200 225 A	QOM2200VH		
225	225 A	QOM2225VH		

[1] Do not exceed the load center mains rating.

Fuente: Schneider Electric

Figura 18. Ficha técnica SUB paneles, Producción 1 y 2

QO Load Center, main lug, 225 A, 3 PH, 42 SP, N1, gnd bar

QO342L225G

Principal

Marketing Trade Name	QOD
Product Type	Load Center ((*))
Cover Type	Order separately

Complementario

Tightening Torque	Mandril, estado 1 250 lb.in, AWG 4...250 kcmil, aluminio / cobre Tapa, estado 1 20 lb.in
Load Center Type	Fixed Mains (lugs)
Rated Current	225 A
Number of Spaces	42
Max Short Circuit Current Rating	65 kA
Maximum Number of Single Pole Circuits	42
Maximum Number of Tandem Breakers	0
Number of Phases	3 fases
Voltage Rating	208/240 V AC 240/120 V HLD AC 242 V AC
Wire Size	AWG 6...300 kcmil aluminio / cobre

Fuente: Schneider Electric

Anexo D cotizaciones

COTIZACIÓN TÉCNICA-COMERCIAL

Monday, March 20, 2023

Cliente: **Bavaria Delikatessen**
Cotización: **Panel 600A**
Nombre del proyecto:
Ejecutivo de ventas: **Gabriel Zamora**
Ing. de ventas: **Cristopher Rivera**
Oportunidad:

Estimados Clientes y Amigos:

Adjunto encontrará la cotización solicitada, misma que esperamos sea de su entera satisfacción. En caso de tener alguna consulta o requerir alguna modificación, por favor no dude en comunicarse con el suscrito.

SILVA INTERNACIONAL, S.A le agradece su preferencia por nuestros productos y servicios

Esta cotización está sujeta a las Condiciones Generales de Ventas de **SILVA INTERNACIONAL, S.A** anexas. Nuestros precios son en **Dólares americanos (USD) moneda de curso legal en los Estados Unidos de América.**

Designación	Modelo	Código	Cant	Descripción	Entrega	P/Unt [$ USD]	P/Total [$ USD]
	ML6002028	133195438	1	Tablero industrial tipo I-line Serie B, 3F 4W 600V 600A Main Lug, (3) Borne 3/0-750kcmil AL/CU por fase,	INMEDIATO	2,731.95	2,731.95
	LA36400	101004060	1	Interruptor termomagnético Industrial para tablero I-Line, 400A, 3P, 25kA a 480/277V	INMEDIATO	1,140.16	1,140.16
	FA24100AC	100770133	1	MAIN BREAKER 2P FA PARA TABLERO I-LINE 480/277VAC SQUARE D:100AMP:18KA:FASEA-C	INMEDIATO	95.42	95.42
	FA34020	100870409	2	MAIN BREAKER 3P FA PARA TABLERO I-LINE 480/277VAC SQUARE D:20AMP:25KA	INMEDIATO	118.93	237.87
	BDA36060	125216340	1	PowerPact B I-Line 600Y/347 VAC Circuit Breaker 18kA @480Vac 60A , 3 Pole	INMEDIATO	204.83	204.83
	BDA36125	129392797	1	MAIN BREAKER 3X125A 14KA 600V MARCO "B" SQD	INMEDIATO	325.57	325.57
	QDA32175	100786522	1	Interruptor termomagnético Industrial para tablero I-Line, 175A, 3P, 25kA 120/240V	INMEDIATO	132.19	132.19
	QBA32225	100786514	1	Interruptor termomagnético Industrial para tablero I-Line, 225A, 2P, 10kA 120/240V	INMEDIATO	230.62	230.62
	PK32DGTA	100771611	1	Barra de Tierras. HCM, HCP 1200A Máximo	INMEDIATO	24.42	24.42
						-	-
						-	-

SUB-TOTAL	$	5,123.03
I.V.A	$	768.45
TOTAL	$	5,891.49

RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD:

SILVA INTERNACIONAL, S.A.

SINSA NORTE

CARRETERA NORTE KM 4 FRENTE A EDIFICIO ARMANDO GUIDO

TEL: 22557000

norte@sinsa.com.ni

RUC: J0310000001812

ASFC 01/0015/02/2019/4

Tienda: 10 Caja: 20

Fecha: 24/3/23 Hora: 11:16 AM

Ticket 127

Vendedor: 3659 (Gabriel Zamora)

Cajero: 3659

Nombre:

Bavaria S A

RUC# :J0310000009304

DE DONDE FUE EL VELEZ PAIZ 4 MEDIA C AL ESTE

BELMONTE

C O T I Z A C I O N

Q 0 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 4 1

Articulo %BU%	Cantidad	Precio	Importe
TOMA HEMBRA SUPERFICIAL OVAL BTICINO:15AMP:127V:DOBLE - EA			
100808171	41	88.98	3,283.36
NUMEROS-HTS:8536690000000|			
TOMA HEMBRA DOBLE POLARIZADO NEMA 6-20R 20A 250V MARFIL LEVITON GRADO INDUSTRIAL FIGURA 8			
100822247	6	567.77	3,065.96
NUMEROS-HTS:8536690000000|			
TOMA HEMBRA SENCILLO NEMA L6-30R DE MEDIA VUELTA PARA EMPOTRAR 30A 250V 2P 3H NEGRO LEVITON GRADO INDUSTRIAL			
100792869	9	491.70	3,982.77
NUMEROS-HTS:8536690000000|			
TOMA MACHO NEMA L6-30P DE MEDIA VUELTA 30A 250V 2P 3H NEGRO-BLANCO LEVITON GRADO INDUSTRIAL			
100809886	9	395.63	3,204.60
NUMEROS-HTS:8536690000000|			
CABLE THHN CARRETE:3/0:NEGRO - M			
100997549	240	473.68	102,314.88

NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:2/0:NEGRO - M
100997320 261 350.92 82,431.11
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:1/0:NEGRO - M
100997101 105 330.30 31,213.35
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:2:NEGRO - M
100997477 36 195.98 6,349.75
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:8:VERDE - M
100997389 615 51.28 28,383.48
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:12:BLANCO - M
100997354 1361 20.19 24,730.73
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:10:ROJO - M
100997362 113 30.06 3,057.10
NUMEROS-HTS:8544492100000|
CABLE THHN CARRETE:6:ROJO - M
100997311 1 83.31 74.98
NUMEROS-HTS:8544492100000|

Subtotal 292,092.07
Impuesto 15% 43,813.74

Total 335,905.81

****
Ahorro 32,454.68
****

FORMA DE PAGO

Gracias por visitar nuestra tienda Bavaria.
¡Esperamos verte pronto!

"Ver politica de devolucion al reverso" "Conserve su factura" "Reclamos de pisos y azulejos quebrados debe ser en un maximo de 15 dias".

NOTA: No se aceptan cambios una vez aprobada la oferta, que fue hecha con base a datos suminitrados. Los precios estan sujetos a cambios sin previo aviso.
SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES, ESTAMOS EXENTOS DEL 2% DGI Y 1% ALM.
Esta oferta es válida por 8 dias.
El retiro del producto debe ser en un maximo de 72 horas. De lo contrario no garantizamos la disponibilidad del inventario.

CUBAS ELÉCTRICA S.A

RUC J0310000046638
Hospital San Juan de Dios 300 m Sur, Estelí. 2713-5875
Carretera a Masaya Km 28, empalme Coyotepe entrada Hosanna 25 mts al sur, Masaya
De la Rotonda El Periodista 300mts al sur, frente a Ofiplaza El Retiro, Managua. 2254-7493, 2254-7549
Rotonda entrada a Chinandega 200 Mts al Oeste ,Chinandega, Nicaragua. 2340-2132
Correo Electrónico: cubaselectrica00@gmail.com, info@grupocubas.com
Semáforos del parque Darío 2c y 20 vrs al Oeste, Matagalpa. Tel.: 2772-4071

CE08-F02.2

No de Proforma:

282222

Cliente: Davis Pineer
Ruc: 001-130101-1002I
Atención Davis Pineer
Telefono 89939743
Email:

Fecha: 11/4/2023
Vendedor Edman Josue Dumas Caldera
Teléfono +505-8747-2695
Email: edman.dumas@grupocubas.com

No	Entreg	Código	SAC	Descripción	Marca	U/M	Cantidad	Precio	Total
1	12/04/2023	120386001	3917.23.10.00	TUBO PVC 62MM(2 1/2")X3.05M SCH40 CC	GERFOR	UNI	10.0	23.8857	238.86
2	12/04/2023	210604001	7306.30.90.00 .00	TUBO EMT DE 1 1/2" X 3MTS UL - (EMT-150)	AGUILA	UNI	12.0	24.4015	292.82
3	12/04/2023	120189001	7306.30.90.00	TUBO EMT DE 1"X3 MTS UL	AGUILA	UNI	3.0	14.192	42.58
4	12/04/2023	120191001	7306.30.90.00	TUBO EMT DE 2" X 3MTS UL	AGUILA	UNI	31.0	36.6436	1,135.95
5	12/04/2023	020245001	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 3/0 AWG. - (GDFEAFA3/0)	PHELPS	M	60.0	11.8552	711.31
6	12/04/2023	020240002	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 2 NEGRO.	VIAKON	M	20.0	4.76	95.20
7	12/04/2023	020225002	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 8 NEGRO.	VIAKON	M	25.0	1.19	29.75
8	12/04/2023	020230013	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 6 NEGRO.	ENERWIRE	M	36.0	1.7466	62.88
9	12/04/2023	020244001	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 2/0 AWG. - (GDFEAFA2/0)	PHELPS	M	36.0	10.0	360.00
10	12/04/2023	020220002	8544-49-21-00	CABLE DE COBRE THHN #10 NEGRO.	VIAKON	M	8.0	0.76	6.08
11	12/04/2023	020243019	8544.49.21.00	CABLE DE COBRE THHN # 1/0 AWG.	ENERWIRE	M	25.0	7.2	180.00

Tipo de Cambio: 36.75
Forma de Pago: Contado
Oferta Valida: 18/04/2023

SubTotal ($)	3,155.43
IVA ($)	473.31
IR %	0.00
Total ($)	3,628.74

Condiciones:

Nota:

Estamos Exentos 1%(Alcaldía) y 2%(DGI), Los precios y existencias pueden variar sin previo aviso.

CUBAS ELÉCTRICA S.A

RUC J0310000046638
Hospital San Juan de Dios 300 m Sur, Estelí. 2713-5875
Carretera a Masaya Km 28, empalme Coyotepe entrada Hosanna 25 mts al sur, Masaya
De la Rotonda El Periodista 300mts al sur, frente a Ofiplaza El Retiro, Managua. 2254-7493, 2254-7549
Rotonda entrada a Chinandega 200 Mts al Oeste ,Chinandega, Nicaragua. 2340-2132
Correo Electrónico: cubaselectrica00@gmail.com, info@grupocubas.com
Semáforos del parque Darío 2c y 20 vrs al Oeste, Matagalpa. Tel.: 2772-4071

CE08-F02.2

No de Proforma:

282405

Cliente: Davis Pineer
Ruc: 001-130101-1002I
Atención Davis Pineer
Telefono 89939743
Email:

Fecha: 12/4/2023
Vendedor Edman Josue Dumas Caldera
Teléfono +505-8747-2695
Email: edman.dumas@grupocubas.com

No	Entreg	Código	SAC	Descripción	Marca	U/M	Cantidad	Precio	Total
1	13/04/2023	061601001	8536.20.10.00	BREAKER 1P 15A 120/240V 10K - (CHF115)	EATON	UNI	21.0	13.4	281.40
2	13/04/2023	065525001	8536.20.10.00.00	BREAKER 2P 15# 120/240V 10K - (CHF215)	EATON	UNI	5.0	21.8	109.00
3	13/04/2023	061607001	8536.20.90.00.00	BREAKER 2P 20A 120/240V 10K - (CHF220)	EATON	UNI	3.0	43.9	131.70
4	13/04/2023	061609001	8536.20.10.00	BREAKER 2P 40A 120/240V 10K - (CHF240)	EATON	UNI	1.0	27.72	27.72
5	13/04/2023	061617001		BREAKER 3P 15A 120/240V 10K - (CH315)	EATON	UNI	3.0	86.53	259.59
6	13/04/2023	061618001		BREAKER 3P 20A 120/240V 10K - (CH320)	EATON	UNI	4.0	91.92	367.68
7	13/04/2023	061619001	8536.20.10.00	BREAKER 3P 30A 120/240V 10K - (CH330)	EATON	UNI	3.0	96.16	288.48
8	13/04/2023	061621001	8536.20.10.00	BREAKER 3P 50A 120/240V 10K - (CH350)	EATON	UNI	2.0	90.62	181.24
9	13/04/2023	061622001	8536.20.10.00	BREAKER 3P 60A 120/240V 10K - (CH360)	EATON	UNI	1.0	99.47	99.47
10	13/04/2023	061709001	8537.10.00.00.00	CENTRO DE CARGA 24 ESP 1F 3H 125AMP 120/240V SUPER - (CH24L125CS)	EATON	UNI	1.0	137.9	137.90
11	13/04/2023	061713001	8537.10.00.00.00	CENTRO DE CARGA 12 ESP 3F 4H 125AMP 120/240V EMPO - (CH12BTF)	EATON	UNI	2.0	126.18	252.36
12	13/04/2023	061717001	8537.10.00.00.00	CENTRO DE CARGA 42 ESP 3F 4H 200AMP 120/240V EMPO - (CH42GT200F)	EATON	UNI	3.0	330.06	990.18

SubTotal ($)	3,126.72
IVA ($)	469.01
IR %	0.00
Total ($)	3,595.73

Tipo de Cambio: 36.75
Forma de Pago: Contado
Oferta Valida: 19/04/2023

Condiciones:

Nota:

Estamos Exentos 1%(Alcaldía) y 2%(DGI), Los precios y existencias pueden variar sin previo aviso.