UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD

TEMA:

Propuesta del estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora.

AUTOR:

Mendoza Peralta, Irvin Alessandro

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

TUTOR:

Ing. Philco Asqui Luis Orlando, Msc.

Guayaquil, Ecuador

31 de agosto del 2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **MENDOZA PERALTA, IRVIN ALESSANDRO** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO MSC.

DIRECTOR DE CARRERA

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, MSC.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mendoza Peralta, Irvin Alessandro**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **"Propuesta del estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora"** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2023

AUTOR

Irvin Mendoza

MENDOZA PERALTA, IRVIN ALESSANDRO

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

YO, MENDOZA PERALTA IRVIN ALESSANDRO

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Propuesta del estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2023

AUTOR

Irvin Mendoza

_____

MENDOZA PERALTA, IRVIN ALESSANDRO

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICIDAD

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN

INFORME SOFTWARE ANTIPLAGIO

COMPILATE

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS MENDOZA 25 DE AGOSTO DEL 2023

3% Similitudes
6% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS MENDOZA 25 DE AGOSTO DEL 2023.docx
ID del documento: a3480367e389057807e9b7509cfe3e28a6a10c1c
Tamaño del documento original: 9,57 MB

Depositante: Luis Orlando Philco Asqui
Fecha de depósito: 26/8/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 26/8/2023

Número de palabras: 12.073
Número de caracteres: 84.073

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.habitatyvivienda.gob.ec https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
2	www.totalenergies.es | ¿INSTALACIÓN MONOFÁSICA O TRIFÁSICA? | TotalEnergies https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/instalacion-monofasica-o-trifasica	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (81 palabras)

Reporte Compilate del trabajo de titulación de la Carrera Electricidad denominado: ***"PROPUESTA DEL ESTUDIO DE UN SISTEMA TRIFASICO PARA UNA PLANTA PANIFICADORA"***, del estudiante Mendoza Peralta, Irvin Alessandro se encuentra al 3% de coincidencias.

DOCENTE-TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios, por haberme brindado la fuerza, el entendimiento y la sabiduría necesaria para poder alcanzar mis objetivos y metas trazadas desde años atrás, de los cuales estoy cumpliendo.

A mis padres, que son el pilar de mi vida y me han apoyado en los momentos más complicados y me han aconsejado para que siga cumpliendo mis metas, A mis hermanos que siempre me enseñaron a seguir con mis sueños y nunca darme por vencido y a mis Tíos y Tías que siempre me estuvieron apoyando, por eso este logro va dedicado a ellos y estoy muy agradecido por todos sus consejos los cueles me han ayudado a ser quien soy hoy en día.

EL AUTOR

Irvin Mendoza

MENDOZA PERALTA, IRVIN ALESSANDRO

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer el apoyo incondicional de mis padres, el Sr. Mario Mendoza y la Sra. Maricela Peralta porque sin ellos este sueño de poder culminar mi carrera no hubiera sido posible, agradecerles por incentivarme a seguir con mis estudios y aprender nuevos conocimientos, a mis hermanos, tíos y tías que siempre estuvieron pendiente de mí que nunca me faltara nada, y agradecer a Dios por darme una familia que siempre está apoyándome en todas mis metas y sueños.

También un agradecimiento a todas las personas que siempre confiaron en mí amigos y familiares que siempre estuvieron animándome y dándome consejos, y que de alguna manera también compartieron junto a mi gran parte de este logro.

Muchas gracias a todos.

EL AUTOR

Irvin Mendoza

MENDOZA PERALTA, IRVIN ALESSANDRO

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, MSC.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. UBILLA GONZALEZ, RICARDO XAVIER

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO MSC.

TUTOR

f. _____ Firmado electrónicamente por: EDGAR RAUL QUEZADA CALLE

ING. Edgar Quezada Calle, MSC.

OPONENTE

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS XIII

INDICE DE TABLAS XV

RESUMEN XVI

ABSTRACT XVII

CAPÍTULO: 1 2

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN 2

1.1 Introducción. 2

1.2 Definición del Problema. 3

1.3 Justificación del Problema. 3

1.4 Objetivos 4

1.4.1 Objetivo general 4

1.4.2 Objetivos Específicos 4

1.5 Metodología de Investigación 4

CAPITULO 2 5

2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 5

2.1 Características de una instalación eléctrica residencial. 6

2.2 Clasificación de las residencias según el área de construcción 7

2.3 Factores de demanda de alumbrado y tomacorrientes 8

2.3.1 Cargas Especiales 8

2.4 Cálculo de demanda eléctrica residencial 9

2.4.1 Circuitos de tomacorrientes 12

2.4.2 Circuitos de cargas especiales 12

2.5 Instalaciones eléctricas trifásicas 13

2.6 Sistema trifásico 13

2.6.1 Ventajas de un sistema trifásico 16
2.6.2 Cálculo de potencia eléctrica 16
2.7 Conductores 16
2.7.1 Conductores de aluminio 16
2.7.2 Conductores de aluminio recubierto de cobre 17
2.7.3 Conductores de cobre 17
2.8 Calibres conductores 18
2.8.1 Capacidad de corriente 18
2.8.2 Conductores para circuitos de iluminación 18
2.8.3 Conductores para circuitos de tomacorrientes 18
2.8.4 Conductores para circuitos de cargas especiales 19
2.8.5 Conductores para los alimentadores a tableros de distribución 19
2.9 Conductor de cobre tipo THHN 19
2.9.1 Construcciones 19
2.9.2 Aplicaciones 20
2.10 Conductores de cobre tipo Superflex 21
CAPÍTULO 3 23
3 TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN 23
3.1 Criterios de los tableros de distribución o centros de carga 23
3.1.1 Tipos de tableros de distribución 24
3.2 Sistemas de medición 24
3.2.1 Medidor 24
3.2.2 Medición directa 24
3.2.3 Medición indirecta 24
3.2.4 Medición semi indirecta 24

3.2.5 Medidor para medición directa autocontenido 24
3.2.6 Medidor para medición indirecta..... 25
3.3 Paneles eléctricos..... 25
3.3.1 Funciones de un panel eléctrico 25
3.4 Sistema de puesta a tierra 25
3.4.1 Electrodo de puesta a tierra..... 26
3.4.2 Conductores del sistema puesta a tierra..... 27
3.4.3 Tierra de protección contra rayos 29
3.4.4 Conductor conectado a tierra 30
3.4.5 Tierra aislada..... 31
CAPITULO 4..... 33
4 ESTUDIO DE UN SISTEMA TRIFÁSICO PARA UNA PLANTA PANIFICADORA 33
4.1 Especificaciones técnicas de las nuevas máquinas a implementar 35
4.2 Calculo cargas y consumos eléctricos de tableros de distribución. 40
4.3 Diagrama unifilar..... 43
4.4 Características técnicas de transformadores 43
4.5 Red primaria 44
4.6 Protección en medio voltaje. 46
4.7 Protección contra sobre voltaje 47
4.8 Alimentadores de baja tensión 48
4.9 Canalizaciones. 48
4.9.1 Ductos 48
4.9.2 Profundidad 48
4.9.3 Ancho de la zanja 49

4.10 Tablero eléctrico. 49
4.11 Circuitos derivados 50
4.12 Paneles de distribución 50
4.13 Sistema de puesta a tierra 51
Capítulo 5 53
5 Análisis económico del sistema eléctrico 53
5.1 Precio del sistema de media tensión y protección a tierra 53
5.2 Precio del transformador y los equipos 54
5.3 Precio de los tableros y breaker 54
5.4 Precio de las alimentadoras de los tableros 54
5.5 Precio de los circuitos derivados 55
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones 56
6.1. Conclusiones 56
6.2. Recomendaciones 56
Anexos 57
Bibliografía 63

INDICE DE FIGURAS

figura 2-1: Instalación de enlace 5

figura 2-2: Instalación de interior (circuitos independientes) 6

figura 2-3: Diseño de alumbrado residencial 10

figura 2-4: Circuitos de tomacorrientes 12

figura 2-5: Tensión monofásica senoidal 13

figura 2-6: Diagrama de tensiones trifásicas 14

figura 2-7: Tensión trifásica senoidal 15

figura 2-8: Sistema trifásico desequilibrado 15

figura 3-1: Componentes de un sistema de puesta a tierra 26

figura 3-2: Varillas Cooperweld 27

figura 3-3: Conductor aislado conectado a la barra del sistema de puesta a tierra.. 28

figura 3-4: Conductor desnudo del sistema de puesta a tierra 29

figura 3-5: Sistema de protección a tierra contra rayos 30

figura 3-6: Conexión del neutro-tierra en un transformador 31

figura 3-7: Sistema de puesta a tierra en los tomacorrientes polarizados 32

figura 3-8: Diagrama Unifilar de las conexiones del sistema de puesta a tierra partiendo del transformador hasta el equipo 32

figura 4-1: Diseño eléctrico del área de parqueos, oficina 1 y garita de seguridad .. 33

figura 4-2: Diseño del área de bodega / nueva área de producción 34

figura 4-3: Bosquejo del área donde estarán ubicadas las nuevas máquinas de producción 34

figura 4-4: Diagrama unifilar del tablero principal 43

figura 4-5: Detalles del transformador de 50kva 3F 44

figura 4-6: Características del cable de 15kV 45

figura 4-7: Transición de Media Tensión aéreo – subterráneo 46

figura 4-8: Caja porta fusible 46

figura 4-9: Pararrayo 47

figura 4-10: Tablero de distribución principal trifásico..... 50

figura 4-11: Panel monofásico existente 51

figura 4-12: Sistema de puesta a tierra 52

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Caracteristicas de las viviendas según el área de construcción 8

Tabla 2-2: Factores de demanda 8

Tabla 2-3: Cargas Especiales 9

Tabla 2-4: Factores de demanda para cargas especiales (CE)..... 9

Tabla 2-5: Estimación de cargas por alumbrado 11

Tabla 2-6: Composición química reconocida de ACM o AA 8000 de la serie de materiales conductores de aleación de aluminio 17

Tabla 2-7: Capacidad de amperios en función del calibre del conductor..... 18

Tabla 2-8: Conductores de cable THHN 21

Tabla 2-9: Conductores de cobre tipo Superflex 22

Tabla 4-1:Lista de equipos más ficha técnica de cada una de las maquinas 35

Tabla 4-2: Tabla de amperaje de los calibres conductor 40

Tabla 4-3: Calculo de cargas del Panel Monofásico 41

Tabla 4-4: Cálculo del tablero trifásico en el área 42

Tabla 4-5:Calculo de cargas del Tablero trifásico principal 42

Tabla 4-6: Tabla de profundidad para ductos..... 48

Tabla 5-1: Costeo del sistema de media tension, medicion y puesta a tierra 53

Tabla 5-2: Costeo del transformador y sus equipos 54

Tabla 5-3: Costeo de tableros de distribución 54

Tabla 5-4: Costeo de alimentadoras 54

Tabla 5-5: Costeo de circuitos derivados 55

Tabla 5-6: Resumen total del costeo eléctrico..... 55

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está relacionado con la propuesta de un estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora, por consiguiente, se calculará y se dimensionará un transformador que será el encargado de la distribución total del sistema trifásico de la panificado. Por lo tanto el tipo de investigación utilizado en este proyecto será: bibliográfico porque debemos revisar el manual de la NEC en el capítulo de construcciones – instalaciones eléctricas, también será descriptiva por que se busca especificar algunos criterios de instalaciones eléctricas dadas por el NEC, también se empleará un método analítico ya que debemos determinar los compones y características de operación como la clasificación de conductores y protecciones eléctricas requeridas para este caso.

Como resultado se propone un estudio de cargas y diseños para la elaboración del sistema trifásico desde un transformador trifásico el cual será el encargado de alimentar el respectivo proyecto.

Palabras clave: sistema trifásico, instalaciones eléctricas, NEC, conductores, protecciones, transformadores.

ABSTRACT

The present degree work is related to the proposal of a study of a three-phase system for a bakery plant, therefore, a transformer that will be in charge of the total distribution of the three-phase system of the bakery is calculated and sized. Therefore, the type of research used in this project will be: bibliographic because we must review the NEC manual in the chapter on constructions - electrical installations, it will also be descriptive because it seeks to specify some criteria for electrical installations given by the NEC, as well An analytical method will be used since we must determine the components and operating characteristics such as the classification of conductors and electrical protections required for this case.

As a result, a study of loads and designs is proposed for the elaboration of the three-phase system from a three-phase transformer which will be in charge of feeding the respective project.

Keywords: three-phase system, electrical installations, NEC, conductors, protections, transformers.

CAPÍTULO: 1

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1.1 Introducción.

La importancia en el correcto dimensionamiento de (conductores, protecciones, cargas, etc) en las instalaciones eléctricas, es el principal paso que ayudara a proteger ante posibles fallas de corto o descargas eléctricas tanto la salud de las personas como la vida útil de los electrodomésticos que estén conectado a nuestros sistemas eléctrico.

La electricidad es un grupo de fenómenos físicos los cuales están relacionados con la presencia y el flujo de cargas eléctricas. Algunos ejemplos de electricidad se pueden manifestar con una gran variedad de fenómenos como son los rayos, la inducción electromagnética, la electricidad estática o el flujo de corriente eléctrica. Por lo que se puede decir que la energía dinámica es el movimiento uniforme de electrodos que fluyen a través de un conductor eléctrico, a este fenómeno es lo que normalmente conocemos como corriente eléctrica.

Hay que tener en cuenta que para la elaboración del presente proyecto se tomara como referencia el National Electrial Code (NEC) o NFPA 70. Por motivo que esta norma establece las características técnicas y conceptos mínimos que se deben seguir para la elaboración de los diseños eléctricos y de las ejecuciones de las instalaciones eléctricas interiores, y de tal manera se pretende prevenir, minimizar o eliminar los diferentes tipos de riesgos que sean de origen eléctrico, y poder ofrecer condiciones de mayor seguridad para las personas o propietarios ((NEC), 2018)

El NEC es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y debe ser tenido en cuenta en todas las operaciones de construcción, tal como lo indica la Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Tuvo su origen en una norma que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos y contribuye a construir una cultura de seguridad y prevención; Por tal motivo, presenta los principios básicos del diseño de estructuras sismorresistentes; establece normas mínimas para la seguridad y calidad de los edificios; Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento del tráfico de obras; reduce el consumo y mejora la eficiencia energética de los edificios; pide que

se respeten los principios básicos de vivienda y salud; También define los deberes, responsabilidades y derechos de todas las entidades involucradas en la construcción ((NEC), 2018).

En el presente trabajo se contempla la elaboración de un estudio de cargas, el dimensionamiento de la canalización de acuerdo al conductor eléctrico a utilizar, un análisis de costo referencial para la elaboración del proyecto contemplando la alimentación para los equipos trifásica y de equipos monofásicos.

1.2 Definición del Problema.

Los sistemas eléctricos tienen la mayor probabilidad de causar daños cuando no se realiza un buen dimensionamiento de las cargas, los conductores, los disyuntores o breaker, el mal dimensionamiento en los conductores puede causar que este se sobrecaliente y ocasione incendios o cortocircuitos, de la misma forma el mal dimensionamiento de los equipos de protección como son los disyuntores, puede ocasionar daño a los equipos ya que si elegimos un disyuntor en este caso mayor a la capacidad de corriente requerida y al momento de haber una sobrecarga este no cumpla su función que es cortar el paso de la corriente lo que ocasionará que el equipo se dañe. El mal dimensionamiento también pone en peligro a las personas porque en caso de existir algún cortocircuito en las máquinas y esta se encuentre siendo manipulada por una persona la corriente fluirá a través del mismo, por motivo que el cuerpo humano debido a su composición es visto como el mayor conductor de electricidad. Por eso la mayor parte de lesiones en las personas ocurren cuando hacen parte de un circuito eléctrico, porque nuestro cuerpo es considerado un mejor conductor que la tierra, por lo tanto, la corriente eléctrica intentara fluir por la vía más fácil que sería nuestro cuerpo. Este tipo de riesgo eléctrico se debe a un mal uso del dimensionamiento del calibre de un conductor eléctrico.

1.3 Justificación del Problema.

Es muy importante reducir los riesgos o peligros realizando un buen dimensionamiento de los equipos en una instalación eléctrica, por lo tanto, debemos de realizar los respectivos estudios eléctricos, cálculos de cargas y memorias técnicas. Para realizar la correcta selección de conductores eléctricos (cables), los cuales se pueden encontrar ya sea en calibres o en mm^2 (milímetros cuadrados), las

protecciones (disyuntores termomagnéticos) y la capacidad de los transformadores expresados en kVA (kilo voltios amperios). De esta manera se puede seleccionar los materiales correctos que necesitemos para el buen procedimiento de las instalaciones eléctricas. Es importante implementar correctamente una instalación eléctrica que tenga como prioridad salvaguardar la salud de las personas y como segundo lugar proteger la vida útil de los electrodomésticos a instalarse.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Efectuar un estudio de un sistema trifásico en baja tensión para una planta panificadora.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Describir las normas para instalaciones eléctricas.
2. Diseñar el diagrama unifilar del sistema trifásico.
3. Calcular las protecciones y los conductores eléctricos en la planta panificadora.

1.5 Metodología de Investigación

El tipo de investigación realizado en este proyecto es: tipo bibliográfico de acuerdo a lo revisado en el manual de la National Electrial Code (NEC) específicamente del capítulo de construcciones – instalaciones eléctricas, de la misma manera es descriptiva ya que se busca especificar los criterios de instalaciones eléctricas otorgadas por el organismo de normas en el país, se utilizara el método analítico para poder determinar los componentes y sus características de los conductores, costeo referencial y protecciones eléctricas.

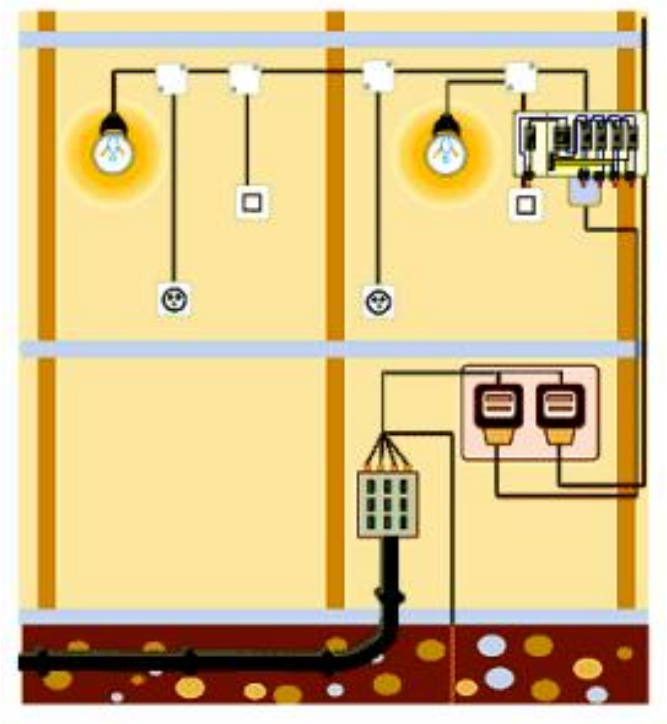
CAPITULO 2

2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando hablamos de instalaciones eléctricas de una vivienda podemos decir que consta de dos partes:

1) **Instalaciones de enlace:** es cuando se realiza una instalación eléctrica del edifico o bloque a eso se lo denomina como instalación de enlace. Se trata del recorrido de la electricidad que va de la red de distribución publica de la empresa eléctrica hasta la vivienda.

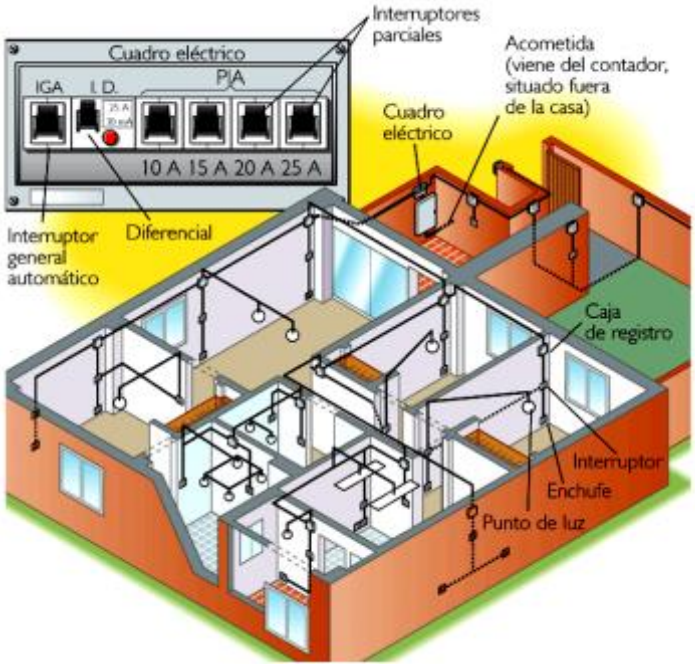
figura 2-1: Instalación de enlace



Fuente: (gobiernodecanarias.org, 2015)

2) **Instalación interior:** la instalación interior es la que se encuentra compuesta por varios circuitos independientes de la vivienda (puntos de tomacorriente y por puntos de alumbrados) (gobiernodecanarias.org, 2015).

figura 2-2: Instalación de interior (circuitos independientes)



Fuente: *(gobiernodecanarias.org, 2015)*

2.1 Características de una instalación eléctrica residencial.

La principal función de una instalación eléctrica es garantizar el cuidado la salud de las personas y de igual manera salvaguardar los bienes o equipos contra cualquier riesgo que pueda suceder por el uso de la electricidad, teniendo en cuenta el cumplimiento de una buena calidad y continuidad del servicio eléctrico.

Normalmente en los lugares de trabajo se debe considerar que el voltaje en baja tensión es de 240/120 voltios (monofásico) y de 220/127 voltios (trifásicos), aunque existen lugares donde será necesario configurar nuestra salida de voltaje a un suministro mayor.

Es importante que todo diseño de una instalación eléctrica sea realizado por un profesional competente para el desarrollo de esa actividad. El diseño eléctrico tendrá que ser detallado o también podrá ser simplificado, dependiendo el tipo de instalación que se requiera. Ya que normalmente para áreas residenciales podremos considerar transformadores monofásicos y en otros casos para áreas comerciales se consideran transformadores trifásicos.

Todo diseño eléctrico ya sea residencial o comercial requiere de conocimientos y experiencias necesarias al momento de realizarlo, es importante tener en cuenta el

tipo de distribución ya sea monofásico o trifásico que utilizara dicho proyecto y de esta manera comenzar con el respectivo calculo detallado. De esta forma el profesional o el instalador encargado del proyecto no tenga dificultades a la hora de la puesta en marcha del proyecto y considerando los detalles como son la altura y ubicación de los tomacorrientes, puntos de alumbrados, interruptores y equipos considerados en el diseño, por eso es importante que un diseño eléctrico cumpla con todas las normativas correspondientes.

De acuerdo a lo que indica el manual NEC de Instalaciones Eléctricas SB-IE, que todo diseño eléctrico debe desarrollarse de acorde a los planos arquitectónicos y características físicas del lugar donde se realizara el proyecto. Además, se debe tener un alto grado de compatibilidad y coordinación entre los diferentes diseños como son: los diseños eléctricos, electrónico, telefónico, hidráulico, climatización, estructural y sanitarios. La lista de parámetros técnicos y los resultados de los cálculos a realizar deben incluir planos y diagramas eléctricos de acuerdo con la norma IEC 60617 y constar en la memoria técnica del proyecto.

Considerando que la norma NEC IE se aplica a instalaciones eléctricas domésticas de bajo voltaje, no cinéticas, en interiores en edificios nuevos, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes, de tal manera que las instalaciones eléctricas cuenten con la protección indispensable contra:

- Efectos térmicos
- Choques eléctricos
- Corrientes de falla
- Sobre corrientes
- Sobrevoltajes

El cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma garantiza un uso seguro de la electricidad ((NEC), 2018).

2.2 Clasificación de las residencias según el área de construcción

Dado que los requerimientos máximos considerados para diferentes cargas generalmente no son los mismos que las capacidades de los paneles, y se tienen en cuenta los factores de demanda que dependen del tipo de casa en función de su superficie construida, como se muestra a continuación. En la Tabla 2-1

Tabla 2-1: Características de las viviendas según el área de construcción

TIPO DE VIVIENDA	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m^2)	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m^2 o fracción de 100 m^2	1 por cada 100 m^2 o fracción de 100 m^2

Fuente: ((NEC), 2018).

2.3 Factores de demanda de alumbrado y tomacorrientes

Para los criterios de alumbrado y tomacorriente podemos considerar los factores de demanda que son de uso general almomento de habar de los tipos de viviendas como se indican en la siguiente Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Factores de demanda

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

Fuente: ((NEC), 2018)

2.3.1 Cargas Especiales

Para la elaboración de los cálculos de demandas de la carga instalada en las viviendas, adicional a las cargas de tomacorrientes e iluminación para uso general, debemos considera las potencias especificadas en las placas técnicas de los equipos con cargas especiales. Únicamente cuando no contamos con los valores específicos podemos considerar aquellos valores especificados en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Cargas Especiales

EQUIPO ELÉCTRICO	POTENCIA MEDIA (W)
Ducha eléctrica	3.500
Horno eléctrico	3.000
Cocina eléctrica	6.000
Calefón eléctrico	8.000
Aire acondicionado	2.500
Calentador eléctrico	3.000
Cargador para vehículo eléctrico	7.500

Fuente: ((NEC), 2018)

Considerando que la demanda de las cargas especiales la podemos calcular en función de la carga instalada al momento de aplicar los siguientes factores de demanda descritos en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Factores de demanda para cargas especiales (CE)

Para 1 carga	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas
	CE<10kW	10kW<CE<20KW	CE>20kW
1	0,80	0,75	0,65

Fuente: ((NEC), 2018)

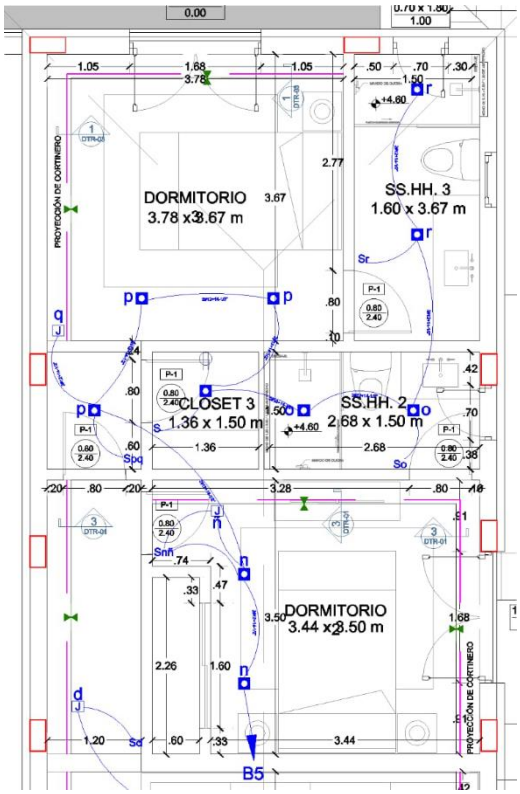
2.4 Cálculo de demanda eléctrica residencial

A continuación, procedemos a explicar el procedimiento para la elaboración de un cálculo eléctrico. Para la realización de este cálculo se debe tomar en cuenta las distintas normas que decreta o establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) como es el uso de los aparatos (en porcentajes) y demás recomendaciones. Primeramente, se establece que los primeros 3000VA (3kVA) de la demanda de circuitos de alumbrado se toman al 100% y el restante al 35%. Después consideramos los circuitos por áreas de esa forma se van a distribuir los puntos de alumbrado, tomacorrientes y de igual manera los circuitos derivados, considerando como estándar circuitos de 20 amperios (A) para tomacorrientes y alumbrado de 120V.

Las cargas de las áreas de lavandería y pequeños aparatos también se incluyen en la carga general del cálculo de demanda. En la figura 2-1 se muestra un diseño de

conexión de alumbrado en residencia, también se muestra el recorrido de la canalización y con una configuración de calibres #12 y 14 para (fase y neutro).

figura 2-3: Diseño de alumbrado residencial



Fuente: Autor

Es importante tener en cuenta que los circuitos de alumbrado se deben diseñar para alimentar una carga máxima hasta 15 amperios y no exceder los 15 puntos de alumbrado por circuito.

Es importante siempre tomar todas las cargas al 100% a excepción que la NEC indique lo contrario. Consecuentemente, se tiene que estimar la carga de alumbrado general, basándose a la tabla 2-5 de la NTC2050.

Cabe indicar que el cálculo de demanda para los circuitos eléctricos es de modo ejemplo (referencial). El área arquitectónica de la residencia es de 8 metros por 11.7 metros, dándonos un total de 93.6 metros cuadrados (m^2). Tal como se observa en la Tabla 2-5 encontramos la estimación de cargas de alumbrado.

Tabla 2-5: Estimación de cargas por alumbrado

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m^2)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38 **
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **
Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	32
Depósitos	2.5
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenaje	2.5

Fuente: (Andres, 2015)

Se observan que para medidas habitacionales necesitamos para alumbrado en general 32VA/m^2 por lo tanto multiplicamos dicho valor por el área arquitectónico a construir considerando todas las salidas de tomacorrientes y alumbrado de uso en general que estén especificados en el cálculo, por lo que para el área calculado de 93.6 m^2 obtenemos:

$$93.6m^2\left(\frac{32VA}{m^2}\right) = 3000\ VA$$

También debemos calcular el número de circuitos de iluminación que tendremos, ya sea de 15A o 20A a un voltaje de 120V:

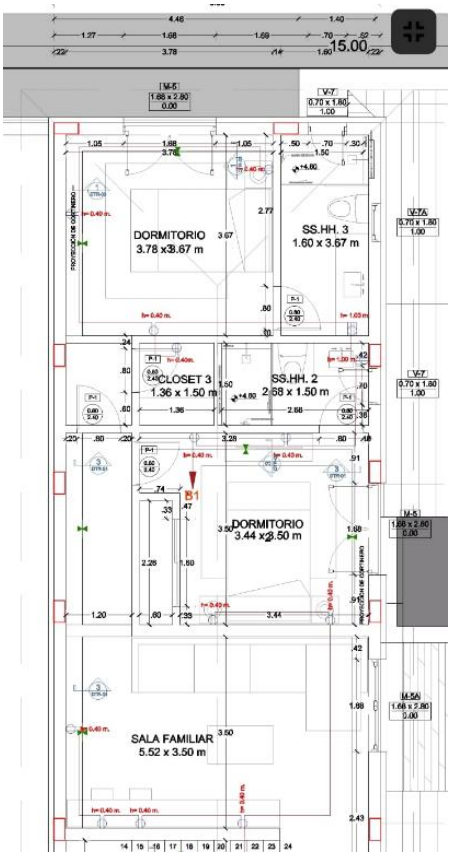
$$numero\ de\ circuitos = \frac{3000\ VA}{(120V)(15A)} = 1.66 \approx 2$$

De acuerdo a la formula nos indica que tendremos un total de 2 circuitos de alumbrado para toda el área de la casa. Para una mayor versatilidad y de uso más productivo se calculará solamente los circuitos de 15A.

2.4.1 Circuitos de tomacorrientes

Cuando diseñamos circuitos de tomacorrientes, se debe considerar siempre las salidas polarizadas como son (fase, neutro y tierra) y de esta manera nuestro circuito pueda soportar una capacidad máxima de 20 amperios de cargas y teniendo en cuenta no exceder de 8 salidas, tal como se observa en la Figura 2-2 ((NEC), 2018).

figura 2-4: Circuitos de tomacorrientes



Fuente: Autor

2.4.2 Circuitos de cargas especiales

Las cargas especiales para los circuitos tales como son: cocina eléctrica, calefacción, aires acondicionado, vehículos eléctricos, ascensores, ducha eléctrica, calefón eléctrico, entre otros, dichos circuitos debemos considerarlos como puntos individuales para que puedan soportar la carga nominal unitaria de cada equipo.

Es importante tener de manera obligatoria para todo diseño los circuitos exclusivos para la cocina eléctrica tal como se indican en los parámetros técnicos establecidos en la norma NEC. De igual manera se exige de forma obligatorio un circuito exclusivo para las duchas que dispongan con calentamiento de agua (ducha eléctrica, calentador eléctrico o calefón eléctrico) ((NEC), 2018).

2.5 Instalaciones eléctricas trifásicas

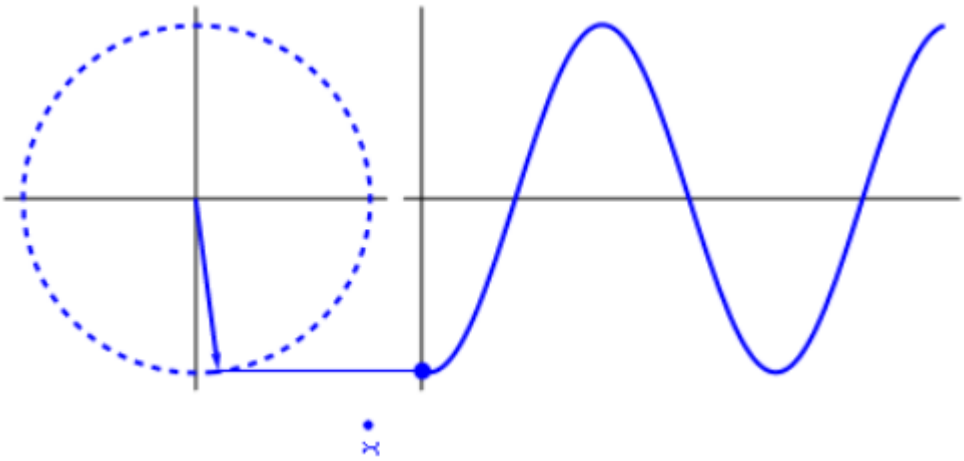
Las instalaciones eléctricas trifásicas son las que se encuentran formadas por 3 fases, 3 corrientes alternas (AC) diferentes que se encargan de dividir la instalación en distintas partes que reciben una potencia constante. Sus energías estándar actualmente son de 400 voltios a través de una conexión trifásica de 220 voltios (Cable, 2021).

Las instalaciones eléctricas trifásicas Utilizan cuatro hilos eléctricos, tres fases y un neutro. Aunque normalmente se utilizan en comercios e industrias, también se pueden encontrar en viviendas y locales con alta demanda eléctrica.

2.6 Sistema trifásico

Un sistema trifásico consta de 3 tensiones alternas monofásicas con la misma frecuencia y amplitud con una diferencia de fase de 120° entre ellas. En la figura 2-5 se muestra cómo un fasor (vector giratorio) representa una tensión monofásico senoidal:

figura 2-5: Tensión monofásica senoidal



Fuente: (Torre, 2019)

Esta función se la expresa por medio de la siguiente ecuación.

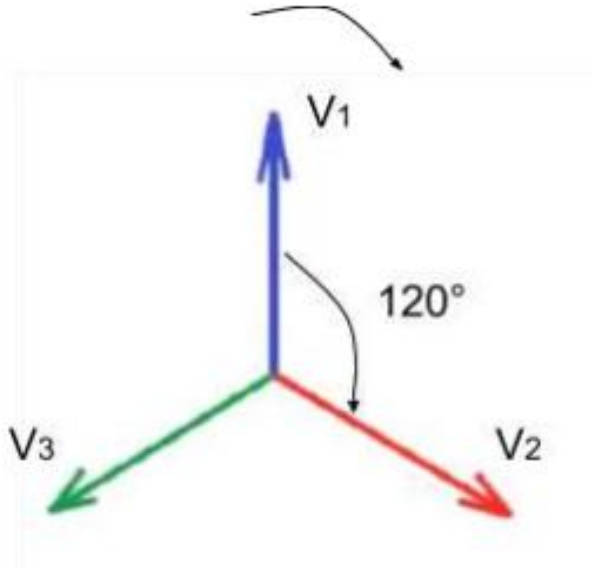
$$V_{(t)} = V_{max} Sen(wt)$$

Donde:

- V_{max} es el valor máximo de la tensión
- t es el tiempo
- w es la velocidad angular

Un sistema de tensiones trifásicas se puede representar por 3 fasores iguales al de la figura 2-5 pero con la única diferencia que estos se encuentran desfasados 120º entre sí. Si los vectores giraran como en la figura 2-5, se obtiene el siguiente diagrama (Torre, 2019).

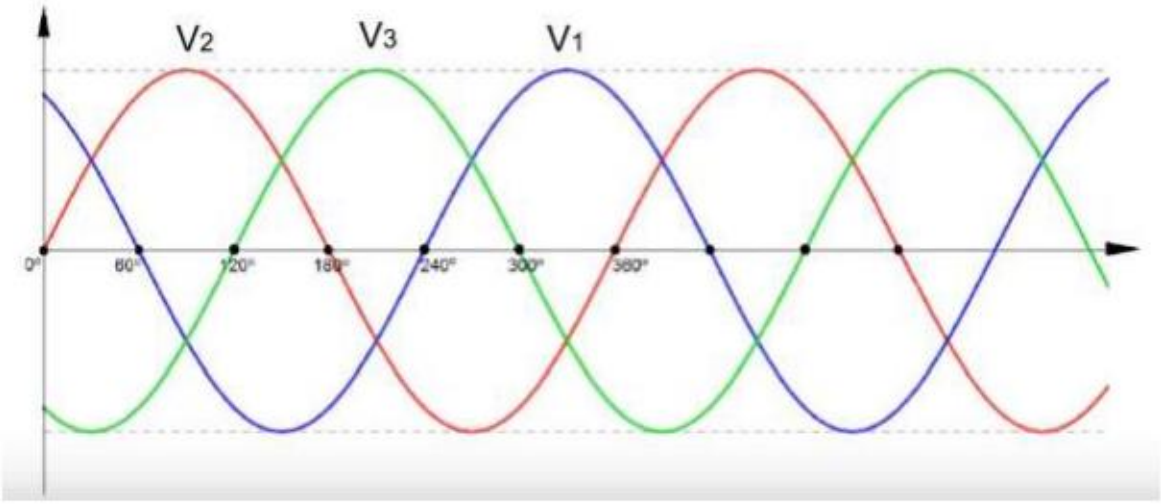
figura 2-6: Diagrama de tensiones trifásicas



Fuente: (Torre, 2019).

Por lo tanto, la gráfica seria la siguiente:

figura 2-7: Tensión trifásica senoidal



Fuente: (Torre, 2019).

De igual manera estas funciones se pueden expresar por medio de las siguientes ecuaciones:

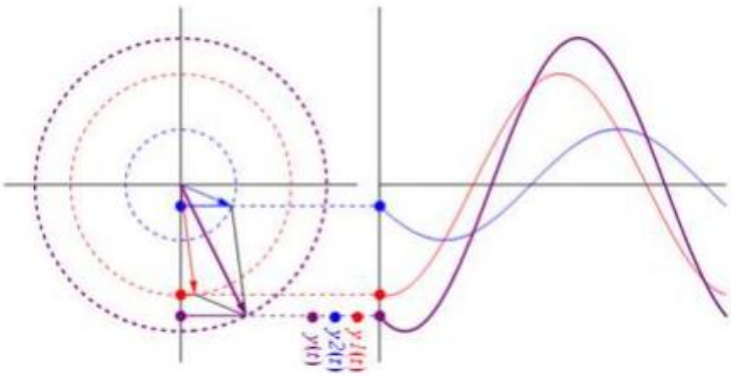
$$V_{1(t)} = V_{max}\, Sen(wt)$$

$$V_{2(t)} = V_{max}\, Sen(wt + 120º)$$

$$V_{3(t)} = V_{max}\, Sen(wt + 240º)$$

A continuación, en la figura 2-8 se puede observar un sistema trifásico que no está equilibrado ni simétrico, esto nos da a entender que sus vectores no tienen la misma magnitud ni están desfasados 120º entre sí.

figura 2-8: Sistema trifásico desequilibrado



Fuente: (Torre, 2019)

2.6.1 Ventajas de un sistema trifásico

La principal ventaja de un sistema trifásico en comparación con un sistema monofásico es que se puede transmitir más potencia con menos pérdidas y utilizar secciones de cobre más pequeñas en los conductores eléctricos. Además, en la producción de electricidad se utilizan generadores trifásicos, por lo que la producción de corriente trifásica es más sencilla. Entre las aplicaciones más comunes de la electricidad se encuentran los motores eléctricos, que además son más fáciles de construir y más eficientes energéticamente si son trifásicos (NEW, 2020).

2.6.2 Cálculo de potencia eléctrica

Para instalaciones trifásicas, la fórmula para calcular la potencia eléctrica es ligeramente diferente porque se aumenta la raíz de 3. Por lo tanto, para una corriente de 63 amperios, la potencia se obtiene de la siguiente manera:

$$w = \sqrt{3} * Amperios * Voltios$$

$$w = \sqrt{3} * 63A * 400V$$

$$w = 43.648\ W \sim 43{,}65kW$$

Por lo tanto, suponiendo que en este caso circulen 63 Amperios por los conductores de una instalación eléctrica trifásica y considerando un voltaje de 400V, la potencia (kW) que se podrá entregar a los aparatos eléctricos es tres veces mayor que la que se podría entregar con una instalación monofásica. Por tanto, cuando la demanda de energía eléctrica sea mayor, la instalación deberá ser trifásica en lugar de monofásica. Aunque es necesario utilizar cuatro conductores eléctricos en lugar de dos, es más eficiente energéticamente y más económico (NEW, 2020).

2.7 Conductores

El uso de los conductores para los circuitos y para la puesta a tierra de los equipos tienen que ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre.

2.7.1 Conductores de aluminio

Es importante tener en cuenta que todos los conductores que sean de material conductor de aluminio (ACM), con aleación de la serie AA 800, tal como se muestra en la tabla 2-6.

Tabla 2-6: Composición química reconocida de ACM o AA 8000 de la serie de materiales conductores de aleación de aluminio

Aleaciones		Composición, porcentaje de masa							Otros	
ANSI	UNS	Aluminio	Silicio	Hierro	Cobre	Magnesio	Zinc	Boro	Cada uno	Total
8017	A 98017	Remanente	0,10	0,55 - 0,8	0,10 - 0,20	0,01 - 0,05	0,05	0,04	0,03[a]	0,10
8030	A 98030	Remanente	0,10	0,30 - 0,8	0,15 - 0,30	0,05	0,05	0,001 - 0,04	0,03	0,10
8076	A 98076	Remanente	0,10	0,6 - 0,9	0,04	0,05	0,5	0,04	0,03	0,10
8130	A 98130	Remanente	0,15[b]	0,40 - 1,0[b]	0,05 - 0,15	–	0,1	–	0,03	0,10
8176	A 98176	Remanente	0,03 - 0,15	0,40 - 1,0	–	–	0,1	–	0,05[c]	0,15
8177	A 98177	Remanente	0,10	0,25 - 0,45	0,04	–	0,05	0,04	0,03	0,10

[a] 0,003 litio máximo.
[b] 1,0 silicio y hierro máximo.
[c] 0,03 galio máximo.

Fuente: (INEN, 2015)

2.7.2 Conductores de aluminio recubierto de cobre

Los requisitos descritos a continuación se deberán aplicar a conductores solidos o a los alambres individuales de los conductores cableados.

En las propiedades físicas de un conductor de aluminio recubierto de cobre hace referencia a la fuerza de tensión de un conductor de aluminio que esta recubierto de cobre trefilado ensayado con una sola unidad o de cada alambre de un cableado, no tiene que ser mayor a los $138mn/m^2$cuando las muestras están ensayada a una velocidad máxima de separación de 300 mm/min. La elongación de la misma muestra no debe ser menor que el 15%. Las marcas para la prueba de tracción y la de elongación deben ser colocadas a 250mm una de la otra (INEN, 2015).

2.7.3 Conductores de cobre

Debemos considerar los dos requisitos descritos a continuación, al momento de aplicarlos en los conductores sólidos o a los alambres individuales de los conductores a usarse, estos requisitos son los siguientes:

- **Conductores de cobre desnudo:** Todos los alambres de un conductor de cobre desnudo tienen que cumplir con los requisitos descritos en la NTE INEN 2175.

- **Conductores de cobre con recubrimiento de estaño:** Teniendo en cuenta que cada alambre en un conductor con recubrimiento de estaño tiene que cumplir con los respectivos requisitos descritos en la ASTM B33. También será opcional una sobrecarga de estaño en los alambres de cobres cableados con una capa de estaño de $2.08mm^2$ (14 AWG), $3.31mm^2$ (12 AWG), $5.26mm^2$ (10 AWG) (INEN, 2015).

2.8 Calibres conductores

Para el buen dimensionamiento de los calibres de los conductores se debe de considerar como mínimo la capacidad de la corriente.

2.8.1 Capacidad de corriente

Cada tamaño de cable especificado debe transportar no menos del 125 % de la corriente de protección del circuito, como se muestra en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7: Capacidad de amperios en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: ((NEC), 2018).

2.8.2 Conductores para circuitos de iluminación

Al momento de considerar el calibre para el conductor de circuitos de iluminación debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

1) El calibre del conductor que está destinado para el neutro debe ser el mismo que el conductor de las fases.
2) En los circuitos de alumbrado se considera el conductor de cobre aislado tipo THHN números #14 AWG (con una sección mínima de $2.08mm^2$) destinados para la fase, el neutro y para el conductor de tierra.

2.8.3 Conductores para circuitos de tomacorrientes

Al momento de usar conductores para circuitos de tomacorrientes debemos considera los siguientes aspectos:

1) Nuestro calibre del conductor para el neutro tiene que ser el mismo que el conductor de las fases.
2) Para los circuitos de tomacorrientes, se consideran conductores de cobre aislado de tipo THHN números #12 AWG (con sección mínima de $4\ mm^2$) para nuestra fase y el neutro.

2.8.4 Conductores para circuitos de cargas especiales

El conductor para los circuitos de cargas especiales se deben considerar conductores de cobre aislado tipos THHN numero #10 AWG (con sección mínima de $5.26\ mm^2$) para las fases.

2.8.5 Conductores para los alimentadores a tableros de distribución

El mínimo calibre del conductor recomendado para una acometida eléctrica, que va desde el medidor hasta el tableros o panel de distribución único, deberá ser con número #6 AWG de cobre aislado tipo THHN o Superflex.

Teniendo en cuenta que el calibre de nuestro tablero de distribución principal dependerá totalmente del cálculo de cargas de nuestro proyecto.

En casos de que el diseño eléctrico disponga de más de un tablero o panel de distribución dicho calibre de los sub alimentadores estará en función del cálculo de demanda de cada tablero o panel.

2.9 Conductor de cobre tipo THHN

El cable tipo THHN es un aislamiento tipo Thermoplastic High Heat Nylon, este tipo de aislamiento le da más protección al cobre para un circuito, protegiéndolo de temperaturas, el agua y de algún peligro de tierra.

2.9.1 Construcciones

Los conductores tipo THHN o THWN-2 pueden ser macizos o de alambre y están fabricados en cobre blando, aislados con una capa uniforme de PVC termoplástico resistente a la humedad y a las altas temperaturas, sobre la que se aplica una funda protectora. Se utiliza nailon o poliamida. Se puede suministrar en diferentes colores según el calibre y en distintos embalajes (ELECTROCABLES, 2018).

2.9.2 Aplicaciones

Este tipo de conductores de cobre THHN o THWN-2 se utilizan para circuitos de fuerza y alumbrado en edificios industriales, comerciales y residenciales y es ideal para instalaciones especiales en conductos difíciles y para uso en áreas abrasivas o contaminadas con aceite, grasa y gasolina. etc. y otros productos químicos corrosivos como pinturas, disolventes, etc., según se define en el National Electrical Code. Este tipo de conductor, cuando se utiliza como THHN, puede utilizarse en lugares secos con una temperatura máxima de funcionamiento de 90°C; Sin embargo, si se usa como THWN-2, podemos usarlo en lugares secos y húmedos con una temperatura máxima de operación de 90°C, de la misma manera cuando se expone a aceites, grasas, pinturas, solventes químicos, etc. Su voltaje de operación para todas las aplicaciones es de 0,6 kV (ELECTROCABLES, 2018).

Tabla 2-8: Conductores de cable THHN

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total Aprox. (kg / km)	*Capacidad de Corriente (A)
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm^2)	No. Hilos					
FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO							
14	2,08	1	0,38	0,10	2,59	22,56	25
12	3,31	1	0,38	0,10	3,01	34,32	30
10	5,261	1	0,51	0,10	3,81	54,74	40
8	8,367	1	0,76	0,13	5,04	89,55	55
8	8,367	7	0,76	0,13	5,48	94,93	55
6	13,3	7	0,76	0,13	6,44	144,57	75
4	21,15	7	1,02	0,15	8,22	231,68	95
FORMACIÓN UNILAY							
14	2,08	19	0,38	0,1	2,76	23,58	25
12	3,31	19	0,38	0,1	3,26	35,93	30
10	5,261	19	0,51	0,1	4,11	55,95	40
8	8,367	19	0,76	0,13	5,40	93,62	55
6	13,3	19	0,76	0,13	6,34	142,58	75
4	21,15	19	1,02	0,15	8,09	228,51	95
2	33,62	19	1,02	0,15	9,59	350,90	130
1	42,4	19	1,27	0,18	11,04	437,08	145
1/0	53,49	19	1,27	0,18	12,05	560,77	170
2/0	67,44	19	1,27	0,18	13,17	697,21	195
3/0	85,02	19	1,27	0,18	14,43	868,29	225
4/0	107,2	19	1,27	0,18	15,85	1083,04	260
FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO							
250	126,7	37	1,52	0,2	18,06	1289,56	290
300	152	37	1,52	0,2	19,44	1533,75	320
350	177	37	1,52	0,2	20,74	1774,71	350
400	203	37	1,52	0,2	21,93	2023,85	380
500	253	37	1,52	0,2	24,10	2502,47	430
600	304	61	1,78	0,23	26,70	3015,86	475
750	380	61	1,78	0,23	29,37	3740,80	535
1000	507	61	1,78	0,23	33,28	4947,40	615

Fuente: (ELECTROCABLES, 2018).

2.10 Conductores de cobre tipo Superflex

Los conductores tipo Superflex, son perfectos para el uso en instalaciones fijas ya que, por lo complicado de su instalación, es muy necesario el uso de cables extra flexibles.

Por esta razón, se recomienda el uso tanto de conductores individuales como de conductores múltiples en circuitos de energía y distribución en subestaciones,

instalaciones comerciales e industriales, subterráneas o al aire libre, en lugares húmedos, secos o sumergidos, y aplicaciones similares (VINUEZA, 2013).

Tabla 2-9: Conductores de cobre tipo Superflex

Producto	Calibre	Amp	Color
Cable superflex	8 AWG	64 A	NEGRO
Cable superflex	6 AWG	85 A	NEGRO
Cable superflex	4 AWG	111 A	NEGRO
Cable superflex	2 AWG	146 A	NEGRO
Cable superflex	1/0 AWG	193 A	NEGRO
Cable superflex	2/0 AWG	220 A	NEGRO
Cable superflex	3/0 AWG	252 A	NEGRO
Cable superflex	4/0 AWG	290 A	NEGRO
Cable superflex	250 AWG	319 A	NEGRO
Cable superflex	350 AWG	387 A	NEGRO
Cable superflex	500 AWG	471 A	NEGRO

Fuente: (VINUEZA, 2013).

CAPÍTULO 3

3 TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros de distribución cumplen una función importante que es distribuir la energía eléctrica a todas las zonas de un lugar, por eso estos tipos de tableros son usados para repartir la electricidad de manera segura a todas las instalaciones del proyecto, ya sea para centros comerciales e industriales o residenciales. Estos tableros son componentes que dividen la fuente de alimentación en circuitos o subcircuitos, de igual manera otorga disyuntores o protecciones con fusibles para cada circuito.

Dicho esto, los tableros de distribución son considerados armarios o gabinetes que contienen equipos de comunicación, control, operación, protección, medida, señalización y alarmas que hacen una función específica en el sistema eléctrico. Teniendo en cuenta que su principal función es la protección de cada uno de los circuitos que parten de la instalación, también es importante que pueda soportar niveles de corrientes de cortocircuito (ITESA, 2022).

3.1 Criterios de los tableros de distribución o centros de carga

Al momento de instalar un tablero de distribución debemos considerar los siguientes criterios:

a) El tablero debe ubicarse en un lugar completamente seco, de igual manera que este en el punto más cercano de las cargas parciales de la instalación, en paredes de fácil acceso para el personal de mantenimiento o en caso de realizar reconexiones.
b) En el lado interior de la tapa del tablero se debe colocar el diagrama unifilar especificando cada uno de los circuitos que salen del tablero.
c) Se debe balancear la carga en las diferentes fases del tablero lo más que se pueda.
d) Se debe considerar que por cada cinco circuitos que se alimentan del tablero debemos mantener por lo menos una salida de reserva.
e) Cada circuito debe tener obligatoriamente su respectiva protección de sobre corrientes.

f) Se considera como normar una altura de 1.60 metros la instalación del tablero considerados desde el nivel del piso hasta la base metálica del tablero.
g) Como último punto obligatorio el tablero debe tener su barra de neutro (aislada) y su respectiva barra a tierra.

3.1.1 Tipos de tableros de distribución

Existen diferentes tipos de tableros de distribución para el uso en una instalación eléctrica, entre ellos tenemos los tableros de distribución principal, tableros secundarios, tableros de control, tableros de transferencias y los tableros de medidor.

3.2 Sistemas de medición

3.2.1 Medidor

Son equipos electromecánicos o electrónicos que se encargan de registrar tanto el consumo de energía, así como otros parámetros eléctricos.

3.2.2 Medición directa

Cuando la energía y la fuente de alimentación suministrada pasan directamente por las regletas de terminales del medidor instalado.

3.2.3 Medición indirecta

Cuando la energía y la potencia suministrada van directamente a la carga y el sistema de medición tiene en cuenta la relación corriente-tensión a través de transformadores de corriente (TC) y transformadores de tensión (TP) ((CNEL), 2020).

3.2.4 Medición semi indirecta

Cuando la potencia y fuente de energía van directamente a la carga y se tiene en cuenta el sistema de medición en función de la corriente a través de transformadores de corriente (TC) ((CNEL), 2020).

3.2.5 Medidor para medición directa autocontenido

Es un equipo electromecánico o electrónico que capta el consumo de energía, la demanda y otros parámetros eléctricos que son requeridos por el distribuidor y consumidor. Funciona directamente mediante señales de corriente y tensión y no requiere transformadores de medida ((CNEL), 2020).

3.2.6 Medidor para medición indirecta

Es un dispositivo electrónico que capta el consumo de energía, la demanda y otros parámetros eléctricos otorgados por el distribuidor y consumidor. Para su correcto funcionamiento utiliza señales de control procedentes de los transformadores de medición ((CNEL), 2020).

3.3 Paneles eléctricos

Un panel eléctrico está conformado por una caja metálica en la cual están ubicados los interruptores termomagnéticos o breaker como protección, los mismos que tiene la función de no permitir el paso de la corriente, en caso de suceder una sobrecarga o cortocircuito.

Comúnmente estos paneles son usados para la distribución de la energía de una manera más segura para todas las instalaciones o circuitos del proyecto. Por esa razón un panel eléctrico tiene incorporado disyuntores o fusibles de protección.

Por esas razones es muy importante para cualquier edificación adaptar en tamaño y forma y de esta manera cumplir con el requisito del sistema eléctrico del lugar (Franco, 2013).

3.3.1 Funciones de un panel eléctrico

los paneles tienen varias funciones de acuerdo a su modelo o tipo, las más comunes hoy en día son las funciones de control, funciones de medición, funciones de distribución, funciones de comando o maniobra y la función de protección.

3.4 Sistema de puesta a tierra

El sistema de pueta a tierra, también conocido como sistema de conexión a tierra, son un grupo de elementos diseñados para garantizar la seguridad eléctrica en instalaciones, sistemas y equipos. La principal función del sistema de puesta a tierra es otorgar un camino de baja resistencias para las corrientes eléctricas en caso de una descarga eléctrica o fallas, conduciendo dicha corriente de manera segura hacia el suelo (Gómez, 2015).

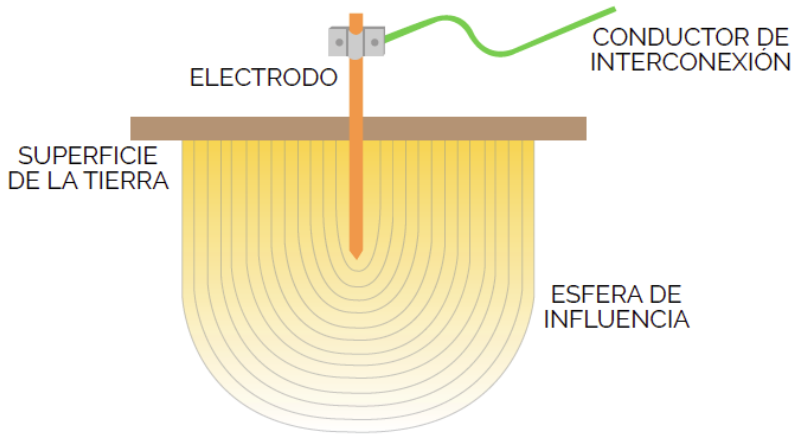
Un sistema de puesta a tierra adecuado y eficiente nos ayuda a prevenir posibles situaciones peligrosas como son las descargas eléctricas, daños a los equipos y la

propagación de incendios, además también reducen los riesgos de electrocución y otorga una operación segura, estable y confiable del sistema eléctrico.

Los principales componentes de un sistema eléctrico son los siguientes:

- Electrodo de puesta a tierra
- Conductores de puesta a tierra
- Tierra física
- Tierra de protección conta para rayo
- Tierra del equipo o tierra de seguridad
- Conductor conectado a tierra
- Tierra aislada

figura 3-1: Componentes de un sistema de puesta a tierra



Fuente: (jdelectricos, 2021)

3.4.1 Electrodo de puesta a tierra

El electrodo es un conductor desnudo formado por un cuerpo metálico que va enterrado y su funcionamiento es establecer el contacto con la tierra física, estos electrodos pueden ser varillas de cobre o bañados en cobre.

figura 3-2: Varillas Cooperweld

Fuente: (Villagomez, 2010)

3.4.2 Conductores del sistema puesta a tierra

Los conductores de puesta a tierra son aquellos conductores que se encuentran conectados desde un circuito hasta una barra a tierra. Por lo tanto, este conductor nos ayuda a realizar la conexión física entre las placas metálicas y la tierra, estas placas metálicas pueden ser las de un tablero, panel y transformador que estén expuestas alguna falla. Y de esta forma circula la corriente no deseada hacia nuestro sistema de puesta a tierra.

figura 3-3: Conductor aislado conectado a la barra del sistema de puesta a tierra.

Fuente: Autor

figura 3-4: Conductor desnudo del sistema de puesta a tierra

Fuente: Autor

3.4.3 Tierra de protección contra rayos

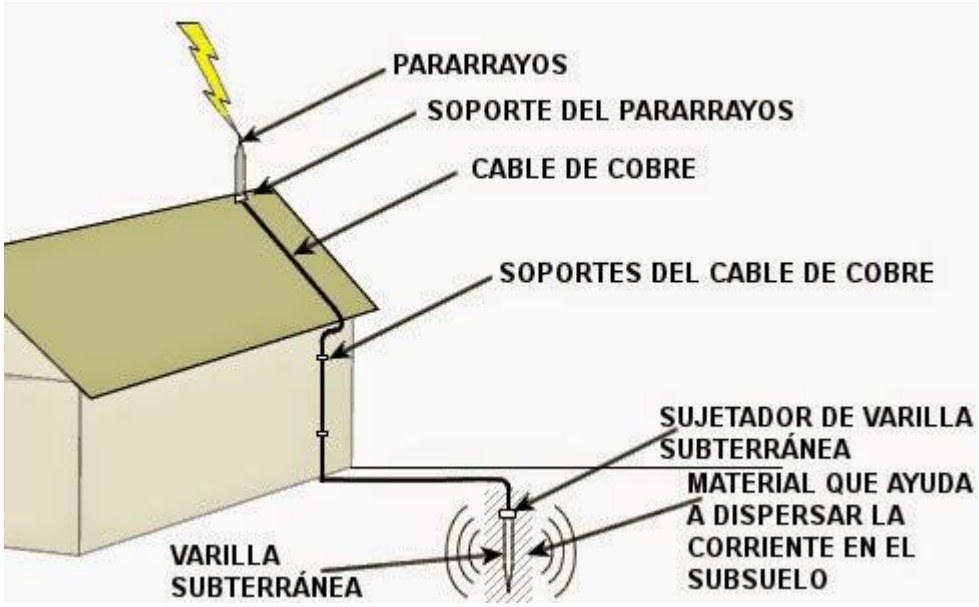
La función principal de este sistema es dirigir la energía del rayo a tierra de una forma controlada, por medio de pararrayos, conductor de bajante, un conductor de tierra y una malla conformada por varillas de cobre.

Considerando que la energía de un rayo puede llegar en altas intensidades de corrientes la cual puede alcanzar niveles de 200000 Amperios y en algunas ocasiones incluso mayor.

Por lo tanto, si tenemos de protección una resistencia de 10 ohm, nuestro voltaje seria de 200000 voltios, a estos niveles si los sistemas de protección a tierra y el sistema de protección contra rayos del edificio, no se encontraran conectados entre sí, tendríamos entre ellos una diferencia de potencial.

Este acontecimiento produciría saltos de arcos o chispas las cuales nos ocasionarían grandes daños y en algunos casos hasta la muerte de las personas. De igual maneras también puede ocurrir si una persona tocara en el momento exacto que cae un rayo algún objeto metálico y el conductor de bajante del sistema estaría expuesto a una carga de 2 millones de voltios por unos microsegundos, por eso está interconexión son por motivo de seguridad (Villagomez, 2010).

figura 3-5: Sistema de protección a tierra contra rayos



Fuente: (Ljosha, 2017)

3.4.4 Conductor conectado a tierra

Conductor puesto a tierra o también conocido como neutro puesto a tierra según los códigos eléctricos. Este sistema neutro a tierra está diseñado para devolver la corriente de retorno al conductor de fase de un sistema monofásico y de la misma

manera devolver la corriente de fase que no ha sido cancelada en el caso de un sistema trifásico y monofásico con un sistema bifásico o monofásico con cableado de 3 hilos.

El sistema de neutro aterrizado, es la referencia a tierra debido a que en un sistema conectado a tierra en el cual se conecta a tierra en el transformador y este conductor se trae a nuestros equipos de servicios a la entrada del edifico o proyecto porque así lo exigen. En este punto es donde se estable la unión neutro-tierra, en la barra de tierra, la misma que se conecta al electrodo y al conductor de neutro. Por lo tanto, podremos decir que el neutro es un conductor conectado a tierra.

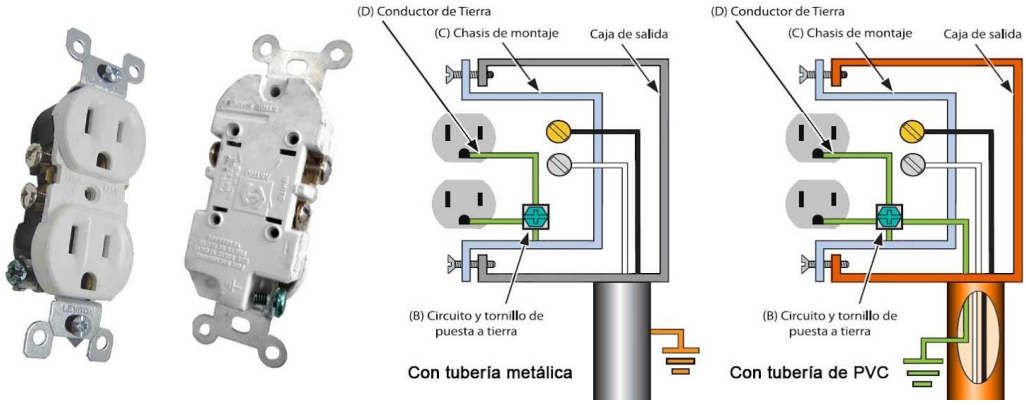
figura 3-6: Conexión del neutro-tierra en un transformador

Fuente: (Villagomez, 2010)

3.4.5 Tierra aislada

La puesta a tierra aislada es un sistema que nos ofrece una instalación libre de ruido eléctrico para los equipos electrónicos sensibles y se utiliza especialmente en salas de ordenadores, equipos electrónicos de medición, etc.

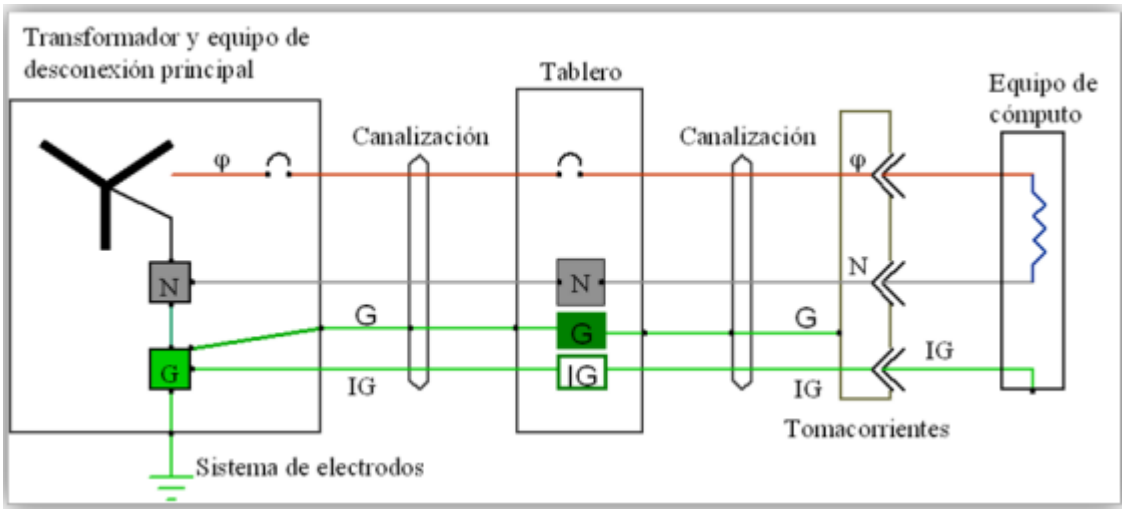
figura 3-7: Sistema de puesta a tierra en los tomacorrientes polarizados



Fuente: *(Zúñiga, 2010)*

A inicios de los años empresas grandes de EEUU presentaban problemas de ruidos eléctricos de igual manera de interferencias de alta frecuencia en los diferentes conductores metálicos qué protegían los conductores de señales o los que servían para ductos de conductores a tierra, como son los conductores cerrados, aislados del conductor, distintos del conductor de seguridad, con la única función de brindar una tierra libre de ruido, totalmente distanciado de la tierra contaminada (Villagomez, 2010).

figura 3-8: Diagrama Unifilar de las conexiones del sistema de puesta a tierra partiendo del transformador hasta el equipo



Fuente: (Villagomez, 2010)

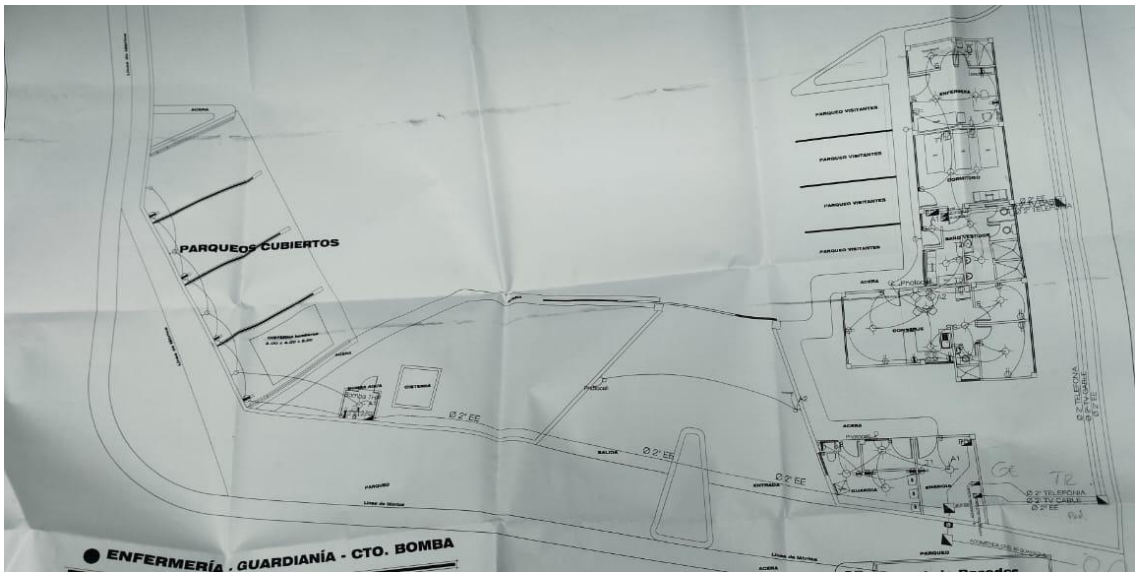
CAPITULO 4

4 ESTUDIO DE UN SISTEMA TRIFÁSICO PARA UNA PLANTA PANIFICADORA

En este capítulo se detallara los respectivos cálculos de cargas y estudios eléctricos necesarios para la elaboración de un sistema trifásico de una planta panificadora, se debe tener en cuenta que dicho proyecto actualmente es usado como bodega por lo tanto ya existe una red de distribución monofásica por lo tanto se debe cambiar de una red monofásica a una red trifásica, por motivo que las nuevas máquinas a instalarse son trifásicas por lo tanto se debe actualizar todo el sistema de distribución.

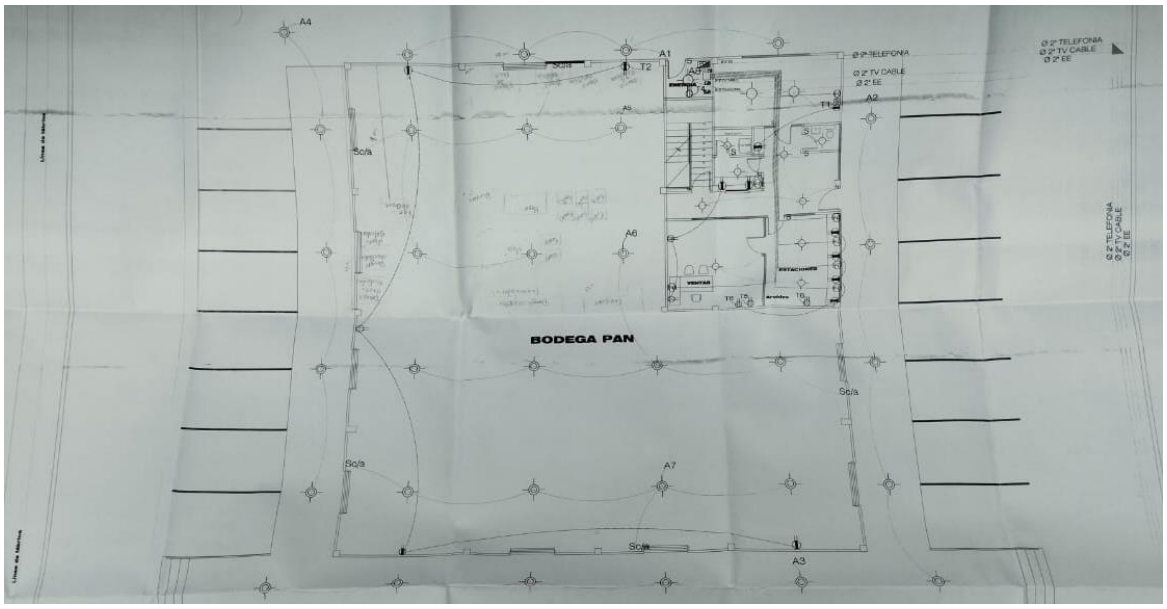
A continuación, se puede observar los diseños existentes, de los planos eléctricos.

figura 4-1: Diseño eléctrico del área de parqueos, oficina 1 y garita de seguridad



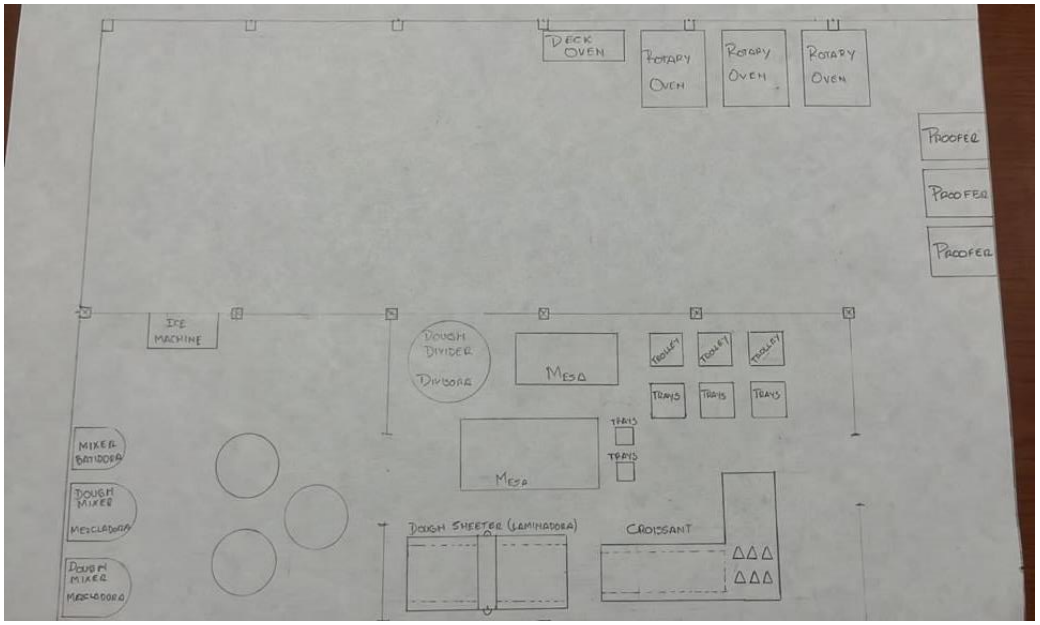
Fuente: Autor

figura 4-2: Diseño del área de bodega / nueva área de producción



Fuente: Autor

figura 4-3: Bosquejo del área donde estarán ubicadas las nuevas máquinas de producción



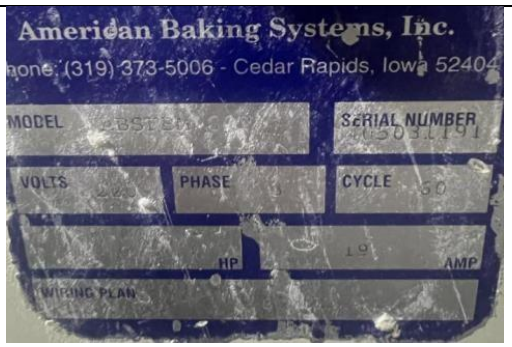
Fuente: Autor

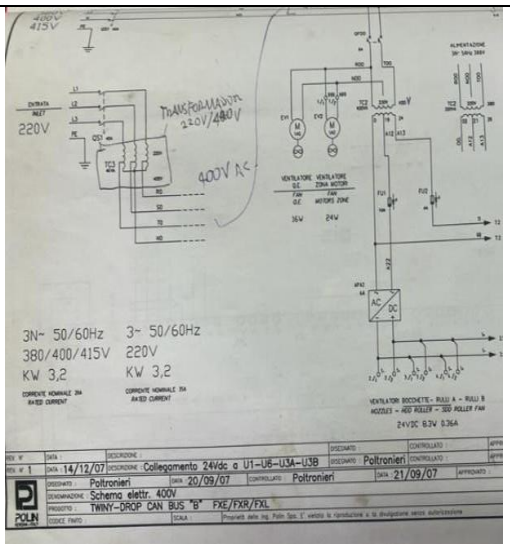
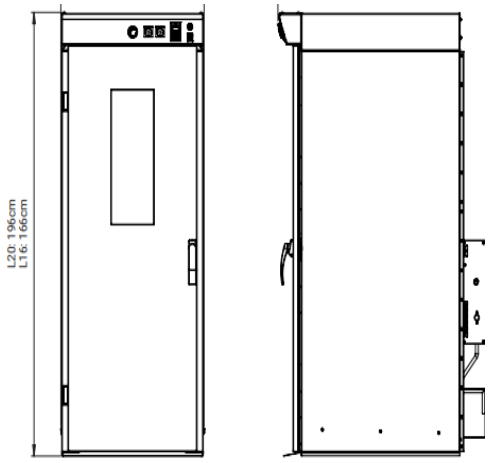
4.1 Especificaciones técnicas de las nuevas máquinas a implementar

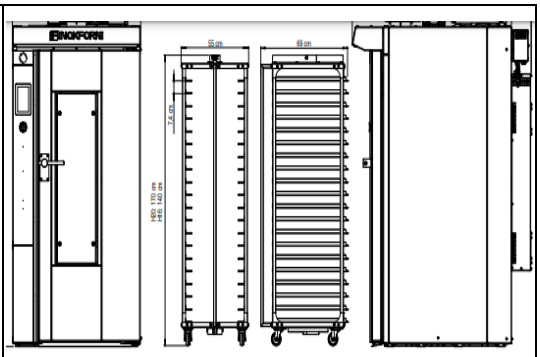
A continuación, se adjuntará la ficha técnica de los equipos que se muestran en la figura 4-3 la cual nos servirá para realizar un correcto cálculo de demanda y de esta manera poder definir el consumo que tendrá nuestro proyecto.

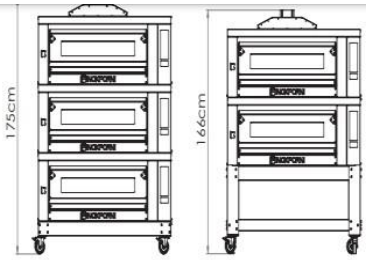
De la misma forma se consideran algunas de las cargas especiales como son los aires acondicionados y el elevador.

Tabla 4-1: Lista de equipos más ficha técnica de cada una de las maquinas

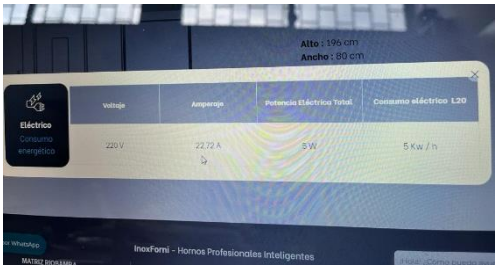
LISTA DE EQUIPOS CON SU RESPECTIVA PLACA				
EQUIPO	**CANTIDAD**	**COMSUMO (AMP)**	**TOTAL (AMP)**	
MÁQUINA DE HIELO	1	30	30	
MEZCLADORA	3	19	57	
DIVISORA DE MASA	1	5.7	5.7	

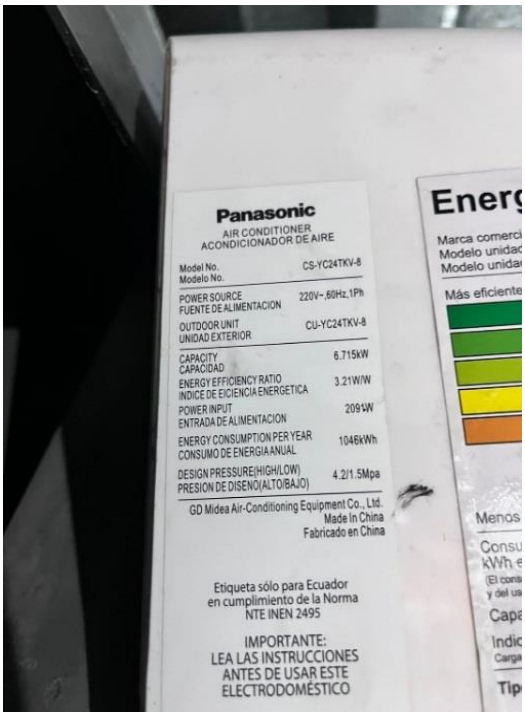
MAQUINA CROISSAT	1	35	35	
LAMINADORA DE MASA	1	3.4	3.4	
CÁMARA DE LEUDADO	3	22.72	68.16	 Fabricado en acero inoxidable AISI 430 N4 Generación de temperatura y humedad mediante resistencias eléctricas. Sistema de recirculación del calor y la humedad. Control de tiempo, temperatura y porcenjate de humedad mediante panel de control analógico y alarma de fin de ciclo. Panel eléctrico frontal de fácil acceso para mantenimiento. Modelo: L16, L20 Alto: 166 cm, 196 cm Ancho: 80 cm Profundidad: 118 cm Peso Aprox: 103,0 Kg, 113,5 Kg Voltaje: 220 V Amperaje: 22,72 A Potencia Eléctrica Total: 5 Kw Consumo Eléctrico: 5 Kw/h

<table>
<tr>
<td>HORNOS ROTATIVO</td>
<td>3</td>
<td>8.6</td>
<td>25.8</td>
<td>


Coche porta bandejas
- Diseño compacto
- Carro giratorio con gancho superior
- Giro de carro mediante un sistema de transmisión por cadena y embrague
- Equipado con un quemador de tiro forzado italiano de última generación
- Funcionamiento a diésel o gas.
- Extractor de vapor
- Panel de control digital o touch smart 7"
- Flujo de aire laminar que permite hornear productos muy delicados
- Puerta panorámica de gran visión interna con doble cristal templado, desmontable para fácil limpieza
- Altamente eficiente
- En el caso del control touch smart 7", se puede guardar 99 recetas con diferentes fases de horneo y programar el encendido del horno
<table>
<tr><th>Alto</th><th>Ancho</th><th>Profundidad</th><th>Cantidad de bandejas</th><th>Medida de las bandejas</th><th>Espacio entre bandejas</th><th>Peso Aprox</th></tr>
<tr><td>H20: 230 cm
H16: 200 cm</td><td>107 cm</td><td>149 cm</td><td>H20: 20 unidades
H16: 16 unidades</td><td>46X66 cm</td><td>7,4 cm</td><td>H20: 550 Kg
H16: 476 Kg</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Equipo</th><th>Voltaje</th><th>Amperaje</th><th>Potencia Eléctrica Total</th><th>Consumo Eléctrico</th><th>Consumo Gas</th><th>Consumo Diésel</th><th>Energía Calorífica</th></tr>
<tr><td>H20</td><td>220 V</td><td>8,6 A</td><td>1,7 Kw</td><td>1,7 Kw/h</td><td>3,0 - 4,0 kg/h</td><td>1,5 Gal/h</td><td>200.000 Btu/h</td></tr>
<tr><td>H16</td><td>220 V</td><td>8,6 A</td><td></td><td>1,7 Kw/h</td><td>2,5 - 3,0 kg/h</td><td>1,2 Gal/h</td><td>160.000 Btu/h</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>HORNO DE PISO</td>
<td>1</td>
<td>22.7</td>
<td>22.7</td>
<td>


- Horno de piso a gas.
- Apilable hasta 3 equipos.
- Fabricado en acero inoxidable AISI 430 N4.
- Piso de cocción de losa refractaria.
- Quemador atmosférico ubicado en la parte inferior de la cámara de cocción.
- Puerta con cristal templado.
- Panel de control digital para la temperatura, tiempo, iluminación y control del quemador.
- Gran área de transferencia de calor que significa mejor eficiencia y bajo consumo de gas.
- Panel eléctrico frontal de fácil acceso para mantenimiento.
- Aislamiento térmico de alta densidad.
- Temperatura de trabajo de 0-400°C.
<table>
<tr><th>Alto</th><th>Ancho</th><th>Profundidad</th><th>Medidas Internas de la cámara</th><th>Peso</th><th>Voltaje</th><th>Amperaje</th><th>Consumo Gas</th><th>Potencia Térmica</th></tr>
<tr><td>60 cm</td><td>136 cm</td><td>112 cm</td><td>100 cm x 70 cm x 18 cm</td><td>160 Kg</td><td>110 V</td><td>3,5 A</td><td>2,5 kg/h</td><td>10 Kw</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

CENTRAL SISTEMA A/C	1	46.1	46.1	 ROOFTOP PACKAGE AIR CONDITIONER MODEL: ERC-60CWN1-V10 COOLING CAPACITY: 60000Btu/h HEATING CAPACITY: ——- POWER SUPPLY: 208-230V ~ 60Hz RATED CURRENT: 46.1A RATED INPUT: 8503W NET WEIGHT: 146kg REFRIGERANT: R410A/ 2750g EXCESSIVE OPERATING PRESSURE: HI 4.4MPa; LO 2.6MPa OUTSIDE RESISTANCE CLASS: IP 24
Proofer	3	22.72	68.16	
Aire acondicionado de 12000 btu A/C	6	3.83	22.98	 Panasonic AIR CONDITIONER ACONDICIONADOR DE AIRE Model No. / Modelo No. CU-YC12TKV-8 POWER SOURCE / FUENTE DE ALIMENTACION 220V~,60Hz,1Ph CAPACITY / CAPACIDAD 3.492kW ENERGY EFFICIENCY RATIO / INDICE DE EICIENCIA ENERGETICA 3.30W/W POWER INPUT / ENTRADA DE ALIMENTACION 1057W ENERGY CONSUMPTION PER YEAR / CONSUMO DE ENERGIA ANUAL 529kWh DESIGN PRESSURE(HIGH/LOW) / PRESION DE DISEÑO(ALTO/BAJO) 4.2/1.5Mpa REFRIGERANT / REFRIGERANTE R410A/0.67Kg GD Midea Air-Conditioning Equipment Co., Ltd. Made In China Fabricado en China Etiqueta sólo para Ecuador en cumplimiento de la Norma NTE INEN 2495 IMPORTANTE: LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE USAR ESTE ELECTRODOMÉSTICO

Aire acondicionado de 24000 btu A/C	2	7.64	15.28	
Elevador	1	16	16	

Fuente: Autor

Con lo anterior mencionado se realizará el respectivo cálculo de demanda, con las respectivas cargas existentes más las distintas cargas de las maquinas a implementarse las cuales se detallan en la tabla 4-1 y de esta manera considerar de forma real el dimensionamiento de los conductores y los disyuntores de acuerdo al consumo que se necesitará para este proyecto.

4.2 Calculo cargas y consumos eléctricos de tableros de distribución.

Para el correcto funcionamiento de la planta debemos realizar el respectivo cálculo de cargas y de esta forma poder definir los diferentes equipos a utilizarse, como son la capacidad de los paneles dependiendo la cantidad de circuitos, el calibre de nuestro conductor que alimentara nuestros paneles y tableros (tanto monofásicos como trifásicos), también poder definir la capacidad de nuestros disyuntores ya sean el principal como los secundarios, y despendiendo del consumo total poder obtener la capacidad de nuestro transformador el cual se encargara de alimentar todo nuestro proyecto.

Teniendo en cuenta que para nuestra configuración del conductor se considerara las especificaciones descritas en la siguiente tabla.

Tabla 4-2: Tabla de amperaje de los calibres conductor

CALIBRE	SECCION	FORMACION	ESPESOR	ESPESOR	DIAMETRO	PESO	CAPAC. DE	CAPAC. DE	TIPO
AWG	mm^2	No. de hilos	AISLAMIENTO	CHAQUETA	EXTERIOR	TOTAL	CORRIENTE	CORRIENTE	CABLE
ó MCM		por diámetro	mm.	mm.	mm.	Kg/Km	para 1 conductor	para 3 conductores	
		mm.					al aire libre	en conduit	
							Amp.	Amp.	
16	1,31	19 x 0,30	0,38	0,1	2,46	17,95	20	15	TFN
14	2,08	19 x 0,38	0,38	0,1	2,86	23,8	35	25	THHN
12	3,31	19 x 0,47	0,38	0,1	3,31	35,7	40	30	THHN
10	5,26	19 x 0,60	0,51	0,1	4,22	56,2	55	40	THHN
8	8,37	7 x 1,23	0,76	0,13	5,47	93,7	80	55	THHN
6	13,3	7 x 1,55	0,76	0,13	6,43	141,3	105	75	THHN
4	21,15	7 x 1,96	1,02	0,15	8,22	227,6	140	95	THHN
2	33,62	7 x 2,47	1,02	0,15	9,75	348,1	190	130	THHN
1	42,36	7 x 2,78	1,27	0,18	11,24	446,2	220	150	THHN
1/0	53,49	19 x 1,89	1,27	0,18	12,35	553,3	260	170	THHN
2/0	67,43	19 x 2,12	1,27	0,18	13,5	688,7	300	195	THHN
3/0	85,01	19 x 2,39	1,27	0,18	14,85	856,8	350	225	THHN
4/0	107,2	19 x 2,68	1,27	0,18	16,3	1069,5	405	260	THHN
250	127	37 x 2,09	1,52	0,2	18,07	1263	455	290	THHN
300	152	37 x 2,29	1,52	0,2	19,47	1502	505	320	THHN
350	177	37 x 2,47	1,52	0,2	20,73	1743	570	350	THHN
400	203	37 x 2,64	1,52	0,2	21,92	1981	615	380	THHN
500	253	37 x 2,95	1,52	0,2	24,09	2457	700	430	THHN
600	304	37 x 3,23	1,78	0,23	26,63	2960	780	475	THHN
650	329	37 x 3,37	1,78	0,23	27,61	3221	820	500	THHN
700	355	37 x 3,49	1,78	0,23	28,45	3453	855	520	THHN

Fuente: Autor

A continuación, se adjunta en la tabla 4-3 el respectivo cálculo de cargas del del panel monofásico usado para el área de oficinas.

Tabla 4-3: Calculo de cargas del Panel Monofásico

FECHA: GUAYAQUIL 13 DE JULIO DE 2023
OBRA:

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA
"PLANTA PANIFICADORA"

PANEL	Circuito	Potencia por punto	Puntos #	Potencia Inst (W)	factor	Watt fase A	Watt fase B	Watt fase 3	Watt Total	Amp.	Cond.	Ducto	SERVICIO
	A1	30	10	300	0,75	225			225	20	14	1/2"	ALUMBRADO
PD-A	A2	30	10	300	0,75		225		225	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A3	30	5	150	0,75		113		113	20	14	1/2"	ALUMBRADO
24-ESP	A4	400	10	4.000	0,55		2.200		2.200	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
	A5	1.000	1	1.000	1,00	1000			1.000	20	12	1/2"	REFRIGERADOR
	A6	400	6	2.400	0,55	1.320			1.320	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
	A7	1.200	1	1.200	0,40	240	240		480	30	10	3/4"	TOMACORRIENTE 220V
	A8	1.200	1	1.200	0,70	420	420		840	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-12KBTU
	A9	1.200	1	1.200	0,70	420	420		840	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-12KBTU
	A10	1.200	1	1.200	0,70	420	420		840	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-12KBTU
	A11	1.200	1	1.200	0,70	420	420		840	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-12KBTU
	A12	1.200	1	1.200	0,70	420	420		840	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-12KBTU
	A11	2.400	1	2.400	0,70	840	840		1.680	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-24KBTU
	A12	2.400	1	2.400	0,70	840	840		1.680	20	12	3/4"	UC/CP-SPLIT-24KBTU
	A12	2.400	1	2.400	0,40	480	480		960	20	12	3/4"	ELEVADOR
					Subtotal	7.045	7.038		14.083				
	Cálculo de Breaker												
								KVA @ FP,92= (kW/0.92)	15,31				
								Amperios a 220V =(KVA/0.22kV)	70				
								Amperios nominales x1.25	87				
								Breaker Seleccionado	2P-100A				
								Conductor	(2#2+N#4+T#6)AWG THHN Cu. - 1Ø2"				

Fuente: Autor

Tal como podemos observar en la tabla 4-3 nuestro panel monofásico contará con un disyuntor principal de 2P-100A y la configuración para el conductor de nuestro panel será (2#2+N#4+T#6) AWG THHN con una tubería PVC de 1Ø2" pulgadas.

A continuación, se puede observar en la tabla 4-2 el cálculo de cargas de nuestro tablero trifásico el cual estará en el área del galpón donde estarán ubicadas las máquinas de fabricación de panes.

Tabla 4-4: Cálculo del tablero trifásico en el área

PANEL	Circuito	Potencia por punto	Puntos #	Potencia Inst (W)	factor	Watt fase A	Watt fase B	Watt fase 3	Watt Total	Amp.	Cond.	Ducto	SERVICIO
	A1	50	4	200	0,75		150		150	20	14	1/2"	ALUMBRADO
TD-GALPON	A2	50	5	250	0,75		187,5		188	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A3	50	5	250	0,75			188	188	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A4	50	5	250	0,75	188			188	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A5	50	5	250	0,75	188			188	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A6	50	5	250	0,75			188	188	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A7	50	4	200	0,75		150		150	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A8	30	12	360	0,75		270		270	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	A9	400	6	2.400	0,55			1.320	1.320	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
	A10	400	5	2.000	0,55	1.100			1.100	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
	A11	400	5	2.000	0,55		1.100		1.100	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
	A12	1.200	1	1.200	0,40	240	240		480	30	10	3/4"	TOMACORRIENTE 220V
	A13	1.200	1	1.200	0,40		240	240	480	30	10	3/4"	TOMACORRIENTE 220V
	A14	1.200	1	1.200	0,40	240	240		480	30	10	3/4"	TOMACORRIENTE 220V
	A15	4.000	1	4.000	0,40	800		800	1.600	40	8	1"	MAQUINA DE HIELO
	A16	4.000	1	4.000	0,40		800	800	1.600	30	10	3/4"	MEZCLADORA
	A17	4.000	1	4.000	0,40	800	800		1.600	30	10	3/4"	MEZCLADORA
	A18	4.000	1	4.000	0,40	800		800	1.600	30	10	3/4"	MEZCLADORA
	A19	1.500	1	1.500	0,40		300	300	600	20	12	3/4"	DIVISORA DE MASA
	A20	8.000	1	8.000	0,40	1066,7	1066,7	1066,7	3.200	40	8	1"	MAQUINA CROISSAT
	A21	1.500	1	1.500	0,40	300	300		600	20	12	3/4"	LAMINADORA DE MASA
	A22	5.000	1	5.000	0,40	1000	1000		2.000	30	10	3/4"	CAMARA DE LEUDADO
	A23	5.000	1	5.000	0,40	1000		1000	2.000	30	10	3/4"	CAMARA DE LEUDADO
	A24	5.000	1	5.000	0,40		1000	1000	2.000	30	10	3/4"	CAMARA DE LEUDADO
	A25	2.000	1	2.000	0,40	400	400		800	20	12	3/4"	HORNOS ROTATIVOS
	A26	2.000	1	2.000	0,40	400		400	800	20	12	3/4"	HORNOS ROTATIVOS
	A27	2.000	1	2.000	0,40		400	400	800	20	12	3/4"	HORNOS ROTATIVOS
	A28	5.000	1	5.000	0,40	1000	1000		2.000	30	10	3/4"	HORNOS PISO
	A29	6.000	1	6.000	0,70	2100		2100	4.200	60	6	1 1/2"	CENTRAL SISTEMA A/C 60000 BTU/H
	A30	5.000	1	5.000	0,40		1000	1000	2.000	30	10	3/4"	PROOFER
	A31	5.000	1	5.000	0,40	1000	1000		2.000	30	10	3/4"	PROOFER
	A32	5.000	1	5.000	0,40		1000	1000	2.000	30	10	3/4"	PROOFER
					Subtotal	12.622	12.644	12.602	37.868				
	Cálculo de Breaker												
								KVA @ FP,92= (kW/0.92)	41,16				
								Amperios a 220V =(KVA/0.22kV)	108				
								Amperios nominales x1.25	135				
								Breaker Seleccionado	3P-150A				
								Conductor	(3#1/0+N#2+T#4)AWG THHN Cu. - 1Ø 2 1/2"				

Fuente: Autor

En la tabla 4-4 se puede observar los circuitos que saldrán desde nuestro tablero trifásico, para este caso nuestro tablero contará con un disyuntor o breaker principal de 3P-150A con la siguiente configuración (3#1/0+N#2+T#4) AWG THHN con una tubería PVC DE 1ø 2 1/2" pulgadas.

Tabla 4-5: Calculo de cargas del Tablero trifásico principal

TABLERO	Circuito	Potencia por punto	Puntos #	Potencia Inst (W)	factor	Watt fase A	Watt fase B	Watt fase 3	Watt Total	Amp.	Cond.	Ducto	SERVICIO
TD-G	PD-A	14.083	1	14.083	1,00	7.045		7.038	14.083	100	2	2"	PD-A
	TD-GALPON	37.868	1	37.868	1,00	12.622	12.644	12.602	37.868	150	1/0	2"	TD-GALPON
	G1	30	5	150	0,75		113		113	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	G2	50	2	100	0,75		75		75	20	14	1/2"	ALUMBRADO
	G4	400	5	2.000	0,55		1.100		1.100	20	12	1/2"	TOMACORRIENTE 120V
					Subtotal	19.667	13.932	19.639	53.238				
	Cálculo de Breaker												
								Demanda efectiva	31.942,50				
								Reserva 40%	12.777,00				
								Demanda total	44.719,50				
								KVA @ FP,92= (kW/0.92)	49				
								Amperios a 220V =(KVA/0.22kV)	128				
								I nominal x 1,25	159				
								Breaker Seleccionado	3P-200A				
								Conductor	2(3#2+N#4+T#6)AWG THHN Cu. - 1Ø4"				
						TRANSFORMADOR			**50KVA - 3Ø**				

Fuente: Autor

Por lo tanto, en la siguiente tabla 4-5, observamos el cálculo del tablero trifásico principal del proyecto donde se realizará la distribución total para todo el proyecto.

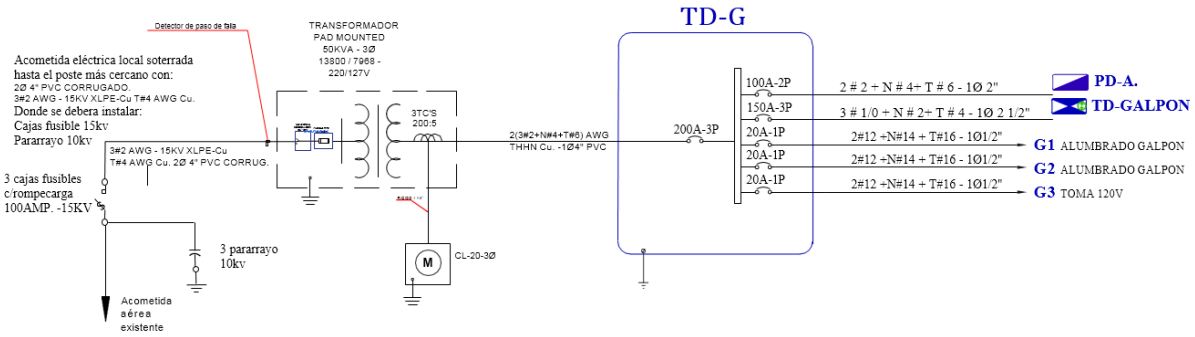
En este cálculo se pueden observar los circuitos secundarios que salen desde nuestro tablero trifásico principal, el tablero tendrá un disyuntor trifásico principal de 3P-200A con la siguiente configuración 2(3#2+N#4+T#6) AWG THHN con una tubería PVC corrugado color naranja de 1Ø4" pulgadas, también se observa que nuestro proyecto tendrá un consumo de 49 kVA considerando una reserva del 40% por lo tanto se puede considerar para este proyecto un transformador trifásico de 50kVA.

4.3 Diagrama unifilar

En el diagrama unifilar se puede observar más detallada y específicamente la configuración de las alimentadoras y su respectivo disyuntor.

En la figura 4-4 podremos observar el diagrama unifilar del tablero principal en el cual se detallan los paneles secundarios, el tablero secundario trifásico para el galpón y los circuitos de alumbrado y tomacorriente que salen desde el tablero principal.

figura 4-4: Diagrama unifilar del tablero principal



Fuente: Autor

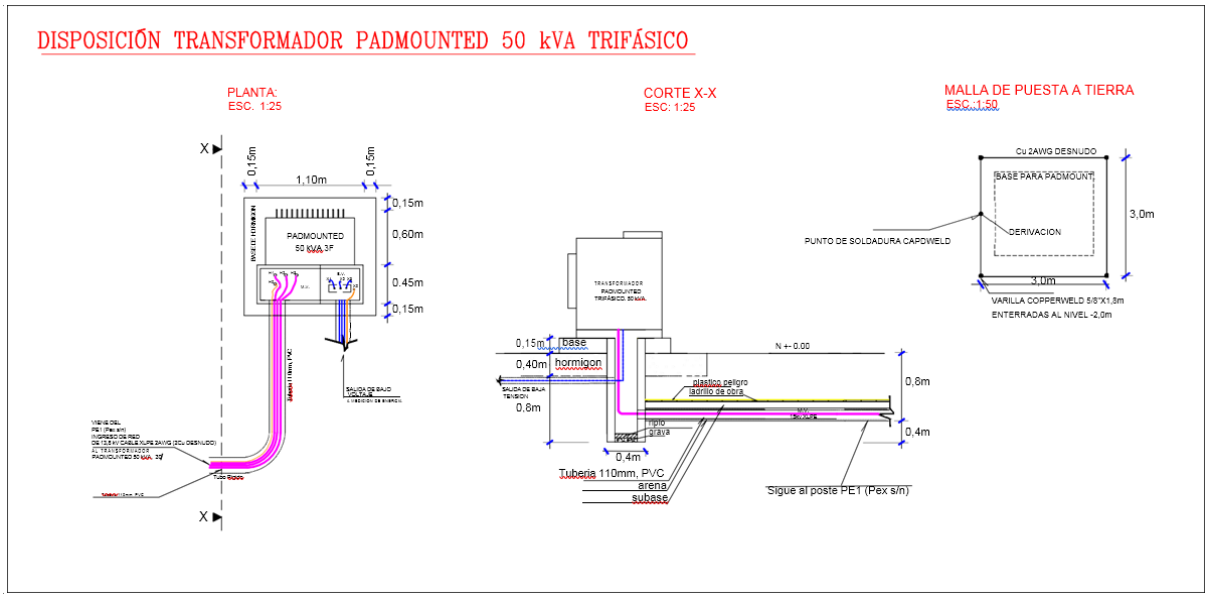
4.4 Características técnicas de transformadores

Los transformadores de distribución trifásicos a instalar serán nuevos (no usado, no reconstruido) y del tipo (padmounted tipo radial), el mismo que cumplirá con las especificaciones técnicas y norma de calidad INEN exigidas por CNEL EP.

- Voltaje primario: 13.8 / 7.9 kV
- Voltaje secundario: 220/127 V
- Potencia: 50kVA

- Tap de Conmutación: +1 a – 3 x 2,5%

figura 4-5: Detalles del transformador de 50kva 3F

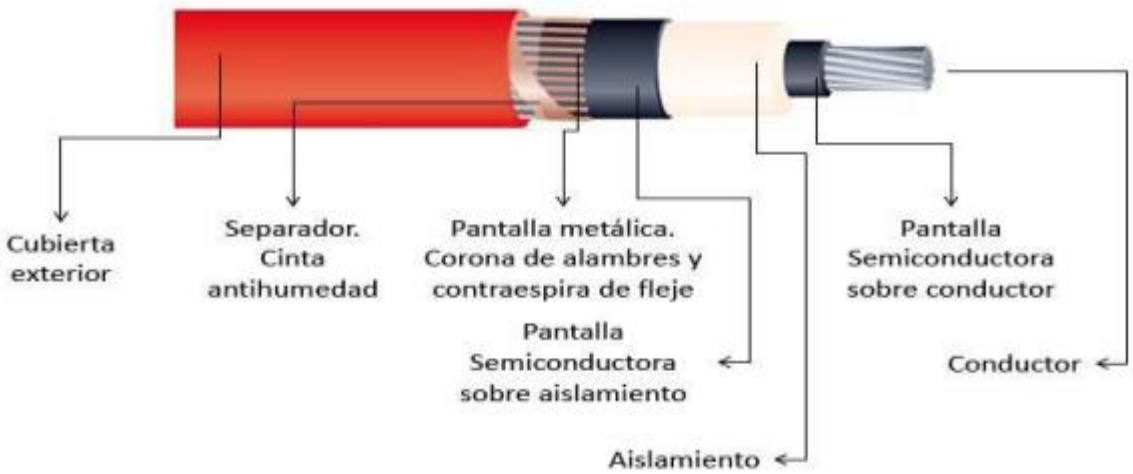


Fuente: Autor

4.5 Red primaria

Para la construcción de la línea trifásica, se arrancará tipo aéreo desde el Poste, donde se construirá una estructura trifásica en volado-retención o terminal (3VRT), en el cual se colocarán las protecciones contra corto circuito a través de 3 seccionadores unipolar tipo abierto con dispositivo rompe arco de 15kV. Y las protecciones sobre voltaje a través de los pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn, con módulo de desconexión tipo válvula de 10kV, y luego desde el poste hacia la base del transformador trifásico el cual será subterráneo, se realizará con Conductor Apantallado 3#2 de XLPE 15KV 133% Cu, más un neutro desnudo de cobre # 4 AWG, instalados dentro de ductos de TDP de 110 mm, se incluirá un tubo de reserva. Se conectarán a las puntas terminales de uso exterior DS28 de 28kV, debidamente instalados con todos los elementos que los proveedores recomiendan, y se utilizará como bajante desde el poste una tubería metálica rígida de 4” de diámetro galvanizada, con sus respectivos accesorios; para la protección del conductor de 15 KV en el traslado soterrado se utilizará una tubería de PVC pesado de 110 mm de diámetro, pared estructurada e interior lisa, color naranja, a una profundidad de 0,60 m., hasta llegar a la base del transformador trifásico.

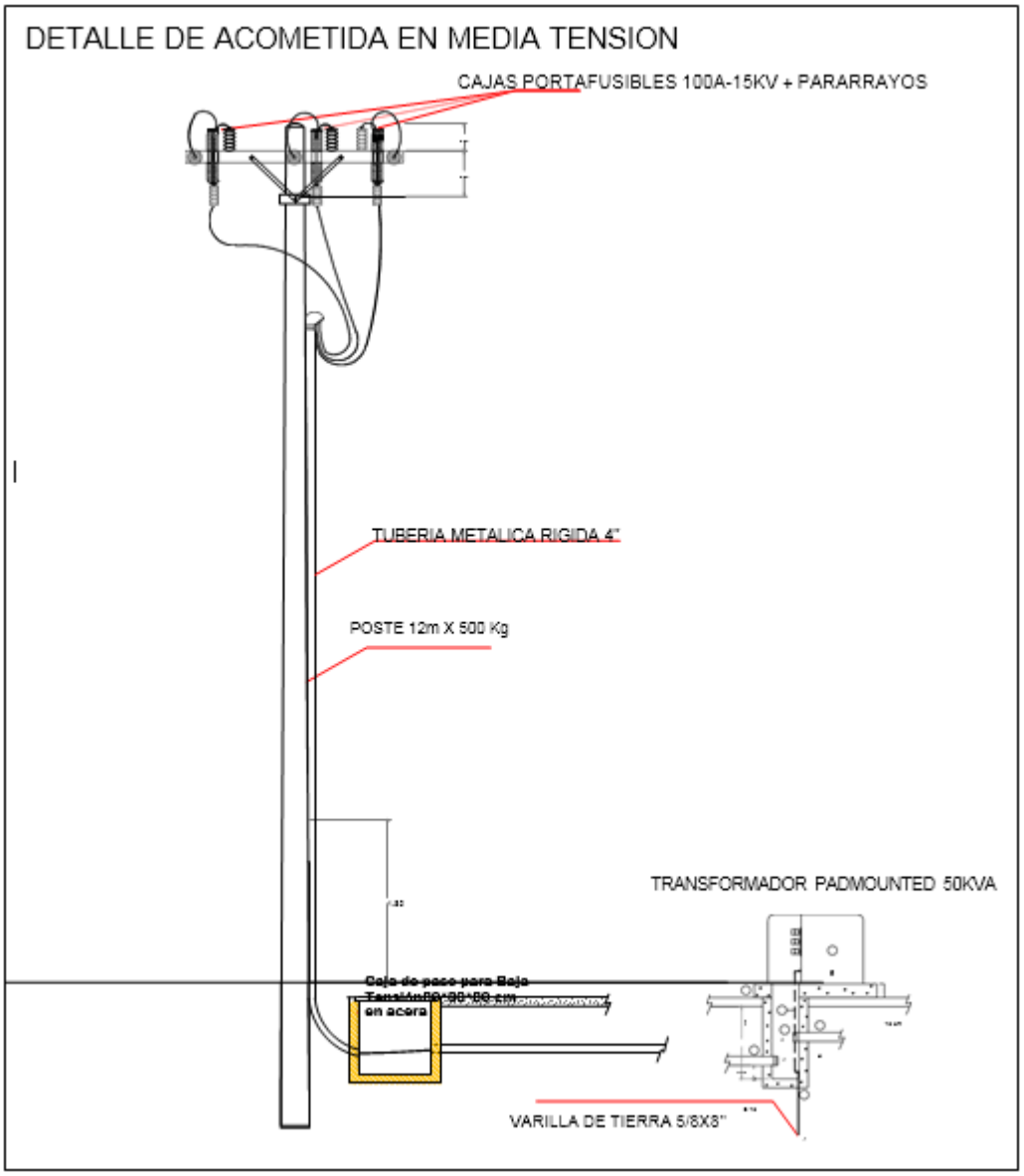
figura 4-6: Características del cable de 15kV



Fuente: *(ELECTROCABLES, 2018)*

En la figura 4-7 podremos observar el detalle de la transición de aérea - subterránea de la línea de media tensión, esta transición será desde el poste más cercano hasta el transformador del proyecto.

figura 4-7: Transición de Media Tensión aéreo – subterráneo



Fuente: Autor

4.6 Protección en medio voltaje.

figura 4-8: Caja porta fusible

Fuente: *(CONSEL, 2018)*

En la transición en medio voltaje, para la protección contra corto circuito se instalará 3 seccionadores unipolar tipo abierto con dispositivo rompe arco de 15KV, 100 Amp125 BIL.

Por lo que la capacidad del seccionador será del inmediato superior a la corriente del primario del transformador, por lo que se utilizará fusibles de 5Amp. Tipo slowfast para cada seccionador. Dichos fusibles cuya capacidad de corriente estará dada por:

$$\boldsymbol{I = \frac{KVA}{\sqrt{3} * V}}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{50\ KVA}{\sqrt{3} * 13.8KV}}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{50\ KVA}{23.9\ KV}}$$

$$\boldsymbol{I = 2.09\ Amp}$$

4.7 Protección contra sobre voltaje

figura 4-9: Pararrayo

Fuente: (CONSEL, 2018)

Las protecciones contra sobre voltaje, será a través de los pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn, con módulo de desconexión tipo válvula de 10KV, los mismos que irán conectados directamente a tierra. Cabe indicar que las protecciones se colocaran en la misma cruceta.

4.8 Alimentadores de baja tensión

Los conductores que se utilizarán a la salida de los terminales de baja tensión del transformador hacia el tablero principal, será trifásico a 220V con la configuración 2(3#2+N#4+T#6) AWG THHN Cu. - 1Ø4'' PVC y los alimentadores secundarios están especificados en el diagrama unifilar que se detallara más adelante en la figura 4-4.

4.9 Canalizaciones.

4.9.1 Ductos

Según la Norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869 se deberán instalar tubos PVC con paredes estructuradas y con un interior liso tipo B para la red de MT y BT (diámetro de 110 mm) y tubo PVC del tipo II pesado para alumbrado público y acometidas domiciliarias (diámetro 50 mm). Para conservar una distancia uniforme entre ductos se deberán utilizar separadores, estos deberán ser de láminas de PVC. La distancia mínima horizontal y vertical entre conductos de una misma hilera es de 5 cm, independientemente del diámetro de la tubería y del nivel de tensión aplicada. La distancia longitudinal entre cada espaciador debe ser de 2,5 metros.

4.9.2 Profundidad

La siguiente tabla muestra la profundidad mínima a la que se deben instalar los conductos o bancos de conductos. Esta profundidad debe tenerse en cuenta para los canales más altos.

Tabla 4-6: Tabla de profundidad para ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.6
En lugares transitados por vehículos	0.8

Fuente: Autor

Cuando no se puedan alcanzar estos valores de profundidad mínima, se debe colocar hormigón mecánicamente resistente a lo largo de toda la zanja para garantizar la misma protección del banco del canal que los requisitos de profundidad mínima de la tabla anterior.

4.9.3 Ancho de la zanja

El ancho de ésta debe ser tal, que permita colocar la plantilla, hacer el acoplamiento sin dificultad y compactar el relleno.

$$\mathbf{Bd = N * D + (N - 1)\, e + 2x}$$

Dónde:

Bd: Ancho de la zanja.

N: Número de tubos colocados horizontalmente.

D: Diámetro del tubo.

e: distancia mínima entre tubos (Mínimo 5cm).

x: Distancia entre el tubo y el costado de la zanja. (Mínimo 10cm).

Módulo de medición

La medición para el proyecto será con medidor en baja tensión clase 20 trifásico. Dicho medidor estará en los exteriores del edificio, en el muro externo cercano al transformador y de acuerdo con el Diagrama Unifilar en la figura 4-4.

En este caso nuestra medición será semi indirecta, por motivo que nuestro suministro de energía y potencia esta alimentado directamente a la carga (tablero principal) y el sistema de medición esta tomado a través de una relación de corriente por medio de los transformadores de corriente (TC).

4.10 Tablero eléctrico.

El tablero estará fabricado en plancha metálica y en él contendrá un disyuntor principal trifásico de 3P-200A con sus respectivas barras de distribución de las cuales saldrán las alimentadoras a todos los paneles, tableros del sistema de fuerza normal.

figura 4-10: Tablero de distribución principal trifásico

Fuente: Autor

4.11 Circuitos derivados

Tomando en consideración los niveles de iluminación y tomacorrientes por áreas se han distribuido los puntos de alumbrado y tomacorrientes determinando de esta forma el tipo y cantidad de circuitos derivados, teniendo como estándar circuitos de 10 y 15 amperios para alumbrado y tomacorrientes, excepto los puntos especiales cuyas cargas están consideradas en nuestro cálculo de demanda.

4.12 Paneles de distribución

Los paneles de distribución acogen los alimentadores secundarios y distribuyen la energía eléctrica a los circuitos derivados de alumbrado y tomacorrientes y de servicios generales. En el diagrama unifilar de la figura 4-4 se indica todos los paneles de distribución considerados en el sistema.

figura 4-11: Panel monofásico existente

Fuente: Autor

En los planos de implantación y en el plano correspondiente al alzado eléctrico, se indica la ubicación de cada panel.

4.13 Sistema de puesta a tierra

Todo el sistema eléctrico estará debidamente puesto a tierra. La puesta a tierra se obtendrá mediante varillas Copperweld sello UL, de cobre puro enterrado, donde se conectarán los conductores de la red de tierra. El número de varilla a tierra va a depender de la resistividad de nuestro terreno de tal manera que la resistencia a tierra no exceda los 5 Ohm. La soldadura que se utilizará será de tipo termoweld.

figura 4-12: Sistema de puesta a tierra

Fuente: Autor

Capítulo 5

5 Análisis económico del sistema eléctrico

El siguiente estudio económico se realizó para poder tener un margen del presupuesto de manera que este sea un acercamiento al costo real del sistema eléctrico de la planta panificadora, y de esta manera poder calcular la factibilidad y la viabilidad del proyecto.

Al momento de realizar este tipo de análisis se debe tener en cuenta todos los parámetros necesarios como son las potencias, el voltaje, la frecuencia y demás parámetros necesarios, por eso es importante antes de realizar un análisis económico solicitar los planos eléctricos, el cálculo de cargas, la memoria técnica con las especificaciones técnicas y lo más importante el diagrama unifilar, y de esta forma no realizar un análisis económico erróneo.

5.1 Precio del sistema de media tensión y protección a tierra

Tabla 5-1: Costeo del sistema de media tensión, medición y puesta a tierra

	SISTEMA DE MEDIA TENSION, MEDICION Y PROTECCION A TIERRA				
	Descripción	*Uni.*	*Cantidad*	*P. Unitario*	*P. Total*
1	CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA CONTIENE: ALIMENTADORA EN M/T CON CABLE 3#2 /15KV) XLPE +1#4 CU. - 2Ø4'', PUNTAS INTERIORES, CODOS CONECTORES, CODOS INSERT Y PUESTA A TIERRA	GLOB	1	$ 3.445,94	$ 3.445,94
2	ALIMENTADORA EN M/T CON CABLE 3#2 /15KV) XLPE +1#4 CU. - 2Ø4''	M	10	$ 66,67	$ 666,72
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE MODULO DE MEDICION CL-20-3Ø PARA MEDICION INDIRECTA, INCLUYE TUBERIA 1Ø1 1/4'' METALICO RIGIDO, PUESTA A TIERRA	GLOB	1	$ 538,50	$ 538,50
4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA DE PUESTA A TIERRA INCLUYE: VARILLAS CU, CABLE DESNUDO #2/0, SOLDADURAS EXOTÉRMICAS	GLOB	1	$ 1.646,76	$ 1.646,76
	SUBTOTAL				$ 6.297,91

Nota: Adaptados del mismo autor

5.2 Precio del transformador y los equipos

Tabla 5-2: Costeo del transformador y sus equipos

	TRANSFORMADORES Y EQUIPOS				
	Descripción	*Uni.*	*Cantidad*	*P. Unitario*	*P. Total*
5	SUMINISTRO DE TRANSFORMADOR PADMOUNTED TIPO RADIAL 50 KVA-3F (7620V/127-220V), INCLUYE PUESTA A TIERRA	U	1	$ 5.848,29	$ 5.848,29
6	INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR PADMOUNTED TIPO RADIAL 50 KVA-3F (7620V/127-220V), INCLUYE PUESTA A TIERRA	U	1	$ 1.170,95	$ 1.170,95
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIONES DE FALLA	U	3	$ 192,53	$ 577,59
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTES 200:5	U	3	$ 246,10	$ 738,30
	SUBTOTAL				$ 8.335,12

Nota: Adaptados del mismo autor

5.3 Precio de los tableros y breaker

Tabla 5-3: Costeo de tableros de distribución

	TABLEROS DE DISTRIBUCION Y BREAKERS				
	Descripción	*Uni.*	*Cantidad*	*P. Unitario*	*P. Total*
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DISTRIBUCION GENERAL TD-G CON BREAKER PRINCIPAL DE 3P-200A, BREAKERS SECUNDARIOS PARA TODO EL SISTEMA ELÉCTRICO, INCLUYE CONEXIÓN A TIERRA	U	1	$ 3.601,71	$ 3.601,71
10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE GALPON TD-GALPON CON BREAKER PRINCIPAL DE 3P-150A, BREAKERS SECUNDARIOS PARA TODO EL SISTEMA ELÉCTRICO, INCLUYE CONEXIÓN A TIERRA	U	1	$ 3.096,71	$ 3.096,71
	SUBTOTAL				$ 6.698,41

Nota: Adaptados del mismo autor

5.4 Precio de las alimentadoras de los tableros

Tabla 5-4: Costeo de alimentadoras

	ALIMENTADORAS				
	Descripción	*Uni.*	*Cantidad*	*P. Unitario*	*P. Total*
11	ALIMENTADORA DE TRANSFORMADOR A TD-P CON CABLE 2(3#2+N#4+T#6) - 1Ø4'' PVC	M	20	$ 70,70	$ 1.414,09
12	ALIMENTADORA A TABLERO TD-GALPON CON CABLE 3#1/0+N#2+T#4 - 1Ø2 1/2" PVC	M	125	$ 47,90	$ 5.987,95
	SUBTOTAL				$ 7.402,04

Nota: Adaptados del mismo autor

5.5 Precio de los circuitos derivados

Tabla 5-5: Costeo de circuitos derivados

	CIRCUITOS DERIVADOS				
	Descripción	*Uni.*	*Cantidad*	*P. Unitario*	*P. Total*
13	ALIMENTADORA A MAQUINA DE HIELO - 1Ø1" EMT	M	35	$ 9,94	$ 347,98
14	ALIMENTADORA A MAQUINA MEZCLADORA - 1Ø3/4" EMT	M	40	$ 7,67	$ 306,90
15	ALIMENTADORA A MAQUINA MEZCLADORA - 1Ø3/4" EMT	M	39	$ 7,67	$ 299,23
16	ALIMENTADORA A MAQUINA MEZCLADORA - 1Ø3/4" EMT	M	38	$ 7,67	$ 291,56
17	ALIMENTADORA A MAQUINA DIVISORA DE MASA - 1Ø3/4" EMT	M	28	$ 7,67	$ 214,83
18	ALIMENTADORA A MAQUINA CROISSANT - 1Ø1" EMT	M	30	$ 11,44	$ 343,15
19	ALIMENTADORA A MAQUINA LAMINADORA DE MASA - 1Ø3/4" EMT	M	33	$ 6,85	$ 226,01
20	ALIMENTADORA A CAMARA DE LEUDADO - 1Ø3/4" EMT	M	20	$ 7,67	$ 153,45
21	ALIMENTADORA A CAMARA DE LEUDADO - 1Ø3/4" EMT	M	19	$ 7,67	$ 145,78
22	ALIMENTADORA A CAMARA DE LEUDADO - 1Ø3/4" EMT	M	18	$ 7,67	$ 138,11
23	ALIMENTADORA A HORNO ROTATIVO - 1Ø3/4" EMT	M	19	$ 6,85	$ 130,13
24	ALIMENTADORA A HORNO ROTATIVO - 1Ø3/4" EMT	M	18	$ 6,85	$ 123,28
25	ALIMENTADORA A HORNO ROTATIVO - 1Ø3/4" EMT	M	17	$ 6,85	$ 116,43
26	ALIMENTADORA A HORNO DE PISO - 1Ø3/4" EMT	M	20	$ 7,67	$ 153,45
	SUBTOTAL				$ 2.990,28

Nota: Adaptados del mismo autor

Tabla 5-6: Resumen total del costeo eléctrico

SISTEMA DE MEDIA TENSION, MEDICION Y PROTECCION A TIERRA	$ 6.297,91
TRANSFORMADORES Y EQUIPOS	$ 8.335,12
TABLEROS DE DISTRIBUCION Y BREAKERS	$ 6.698,41
ALIMENTADORAS	$ 7.402,04
CIRCUITOS DERIVADOS	$ 2.990,28
TOTAL, SIN IVA	$ 31.723,77

PRECIO TOTAL (USD): $ 31.723,77 + IVA

Nota: Adaptados del mismo autor

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

Se realizo correctamente desde un punto de vista técnico y económico el respectivo desarrollo y resolución del sistema eléctrico identificando los diferentes elementos del sistema de media y baja tensión para una planta panificadora.

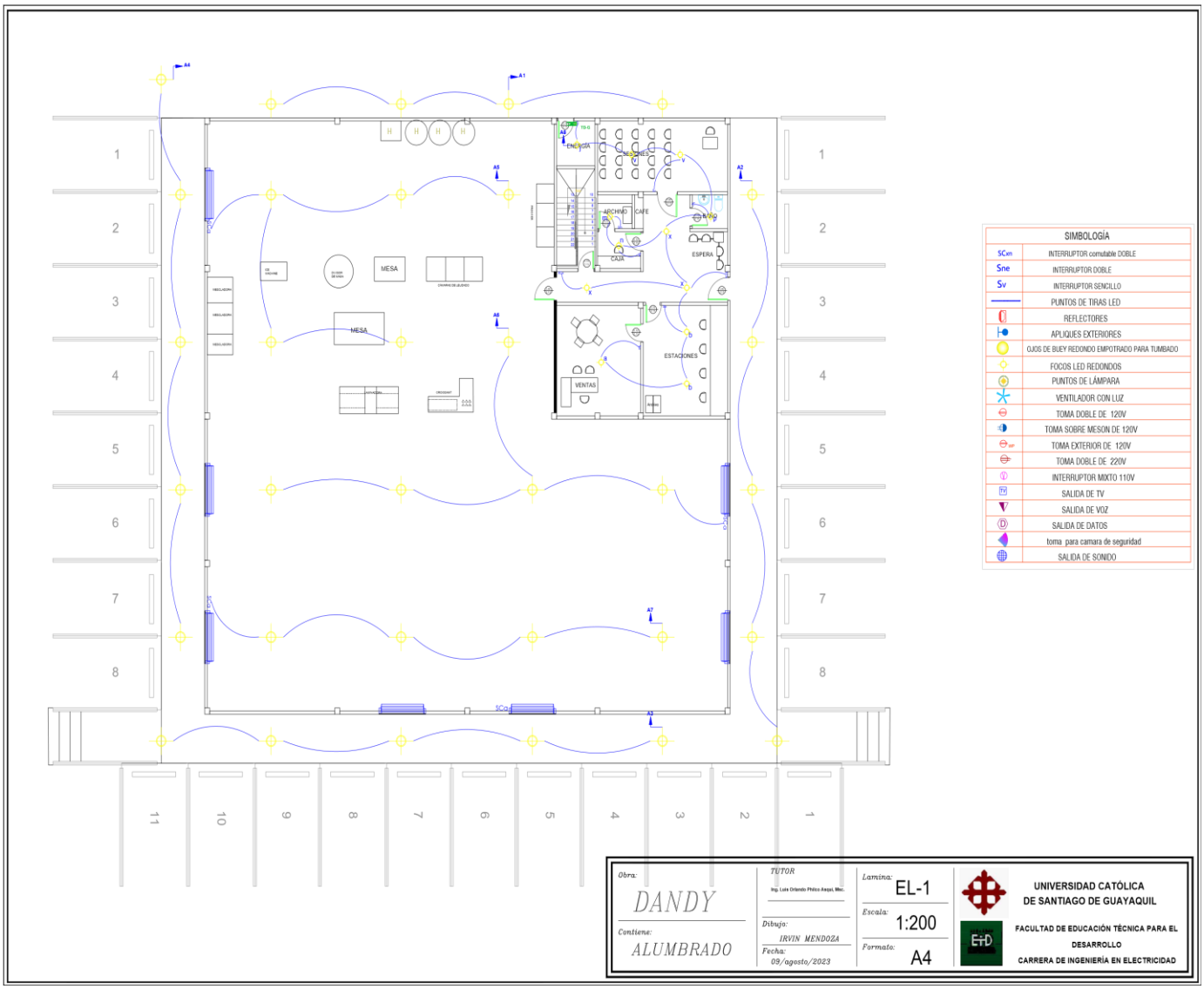
- Al tener como guía la normativa para las instalaciones eléctricas residenciales en baja tensión (NEC-SB-IE), se logró obtener de manera concreta el respectivo estudio en la distribución de cargas.
- Al ofrecer como soporte técnico el levantamiento del plano eléctrico se pudo tener de forma precisa las conexiones de las instalaciones y de esta forma poder realizar las modificaciones necesarias.
- Se ha calculado de acuerdo a la normativa de cargas para los diferentes circuitos de tomacorrientes y alumbrado el calibre conductor y las protecciones eléctricas necesarias para la planta panificadora.
- Con la información obtenida gracias al levantamiento se administró un mejor presupuesto económico el cual consta con las mejoras del sistema eléctrico para un mejor rendimiento de las instalaciones.
- Al considera un nuevo sistema trifásico utilizando los respectivos estudios de cargas para un mejor dimensionamiento de los conductores y protecciones se podrá garantizar un mejor funcionamiento de las maquinas a instalarse y teniendo en cuenta que estas no tengan problemas a futuros, de igual manera en el cálculo de cargas se considera una reserva del 40% en nuestro tablero principal para un futuro crecimiento de equipos.

6.2. Recomendaciones

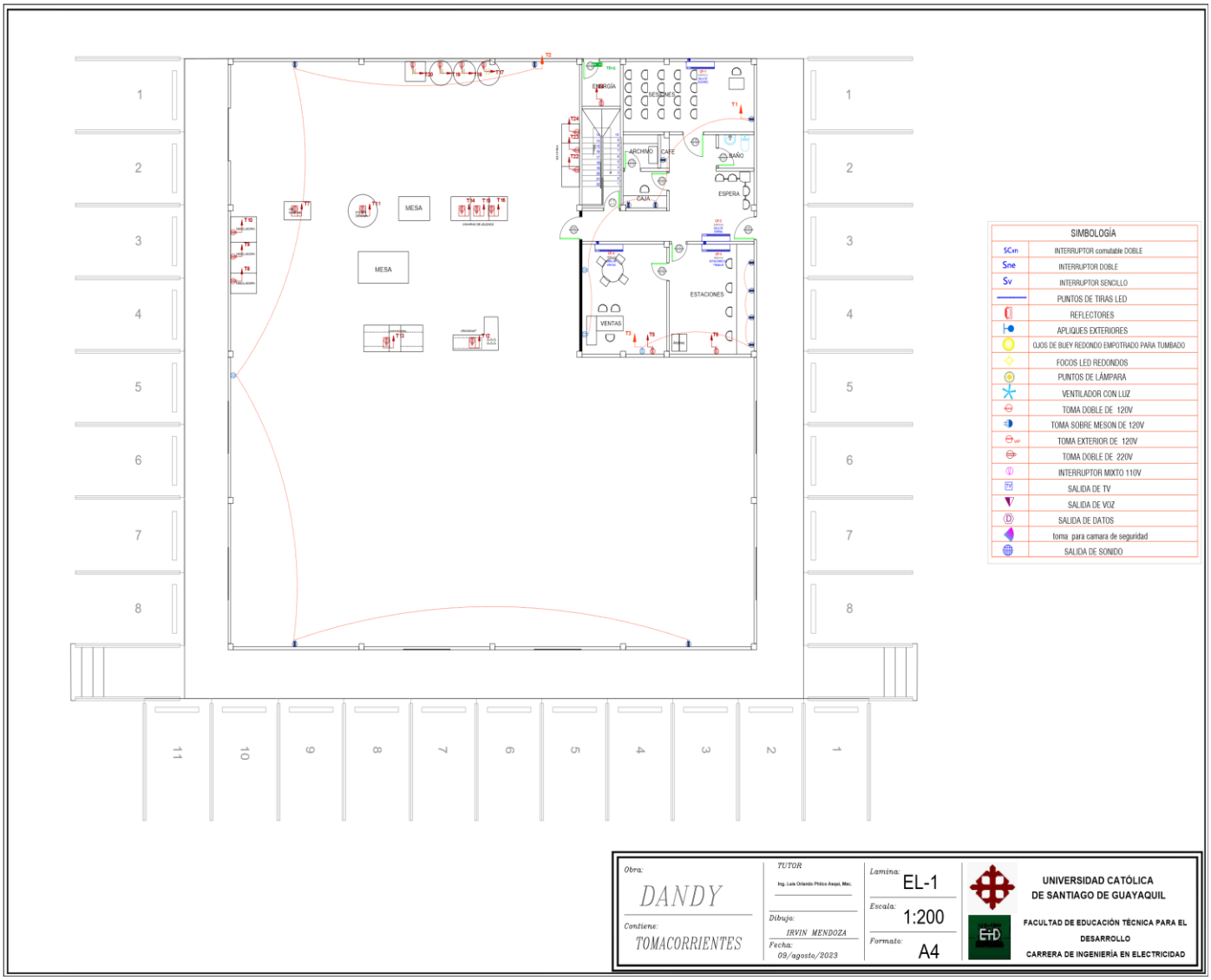
- Realizar un respectivo cronograma de correcciones y mantenimiento preventivo para un mejor control de los equipos y materiales.
- En caso de incrementar nuevos equipos que no se estén considerando en el cálculo de cargas es importante realizar el análisis correspondiente y de esta manera asegurarnos que la capacidad de nuestro disyuntor principal soporte el incremento de estos nuevos equipos y de esta manera no perjudicar su funcionamiento.

Anexos

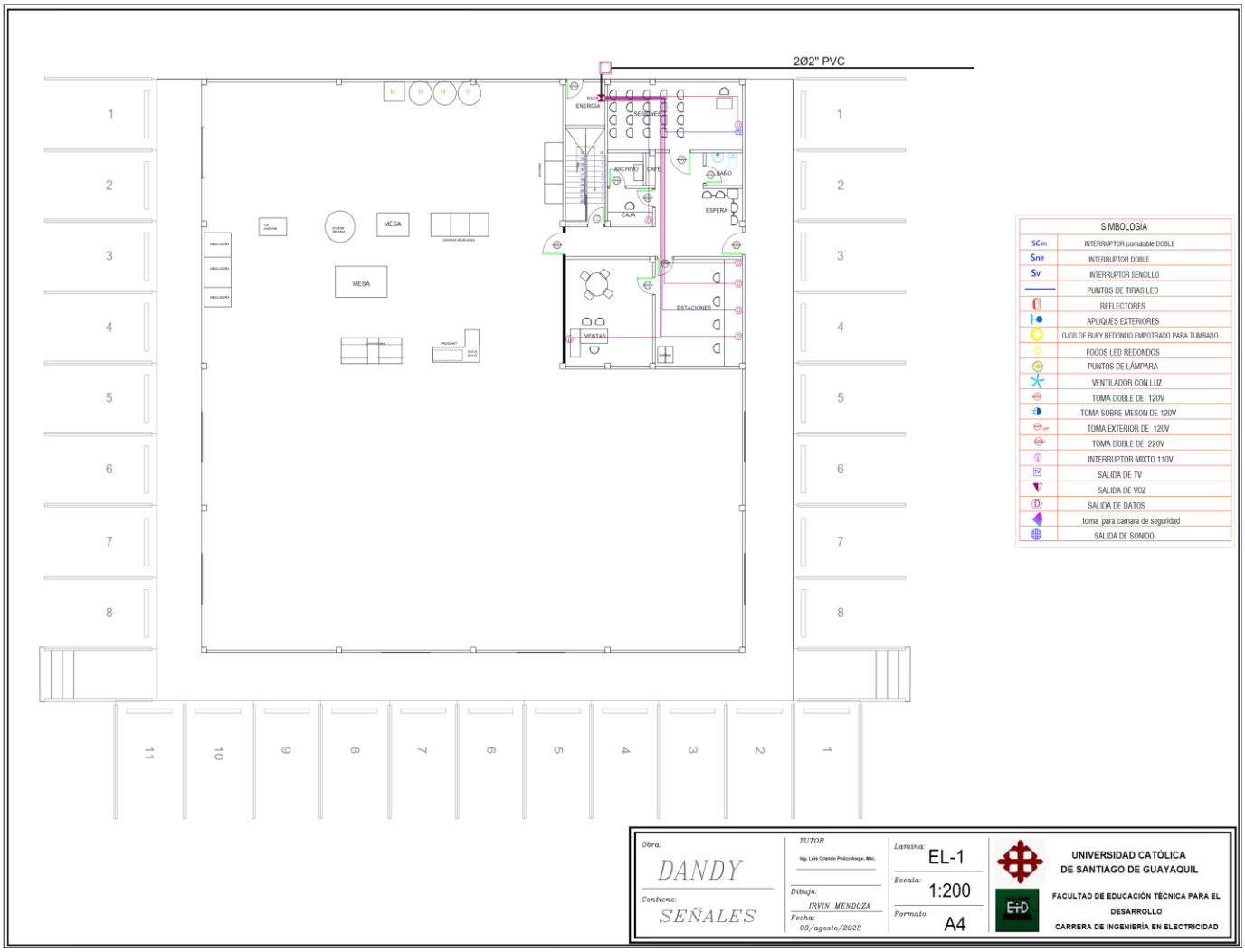
Anexo 1: Plano eléctrico de los circuitos de alumbrado existentes en la planta panificadora.



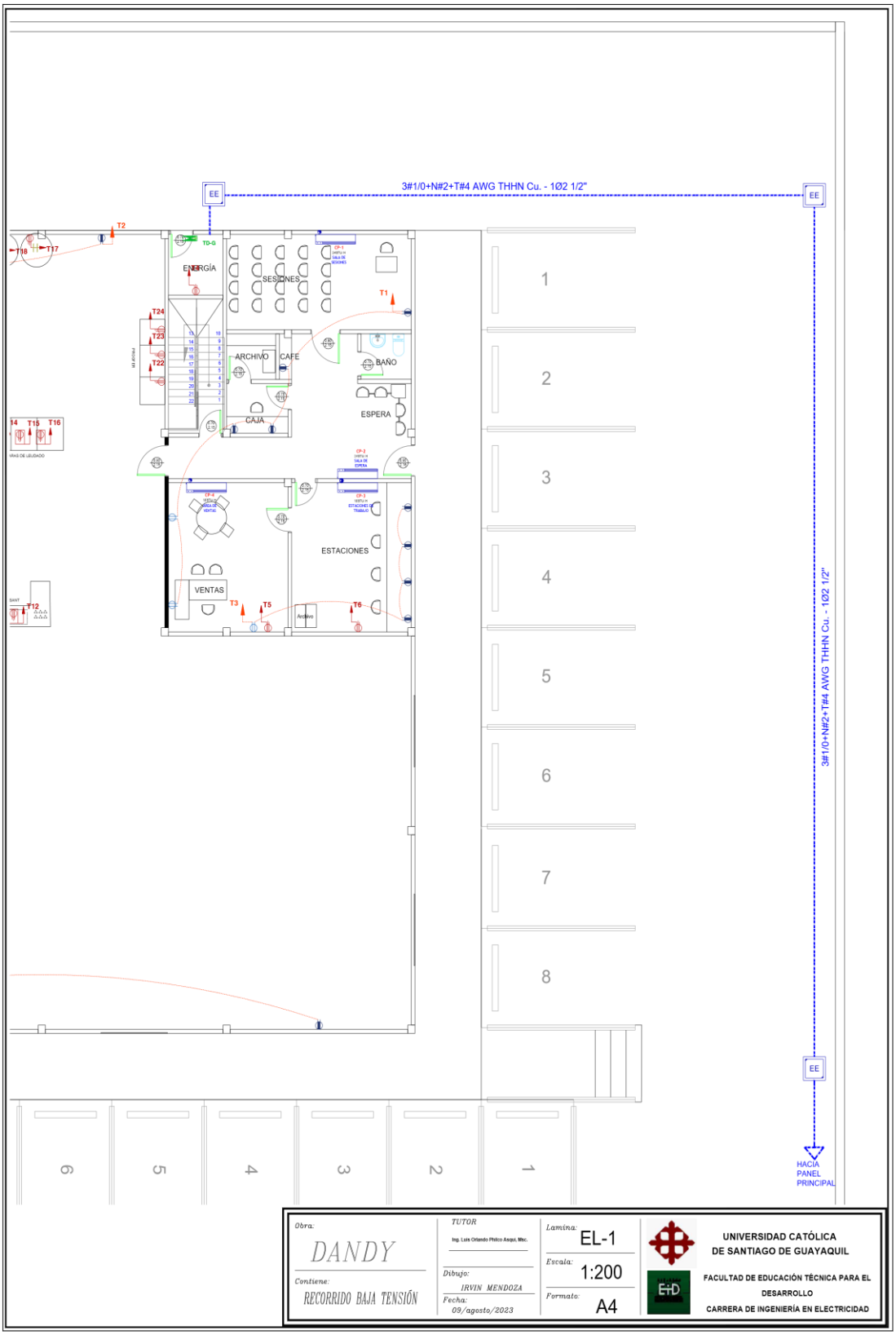
Anexo 2: Plano eléctrico de los circuitos de tomacorrientes de la planta



Anexo 3: Plano de redes.

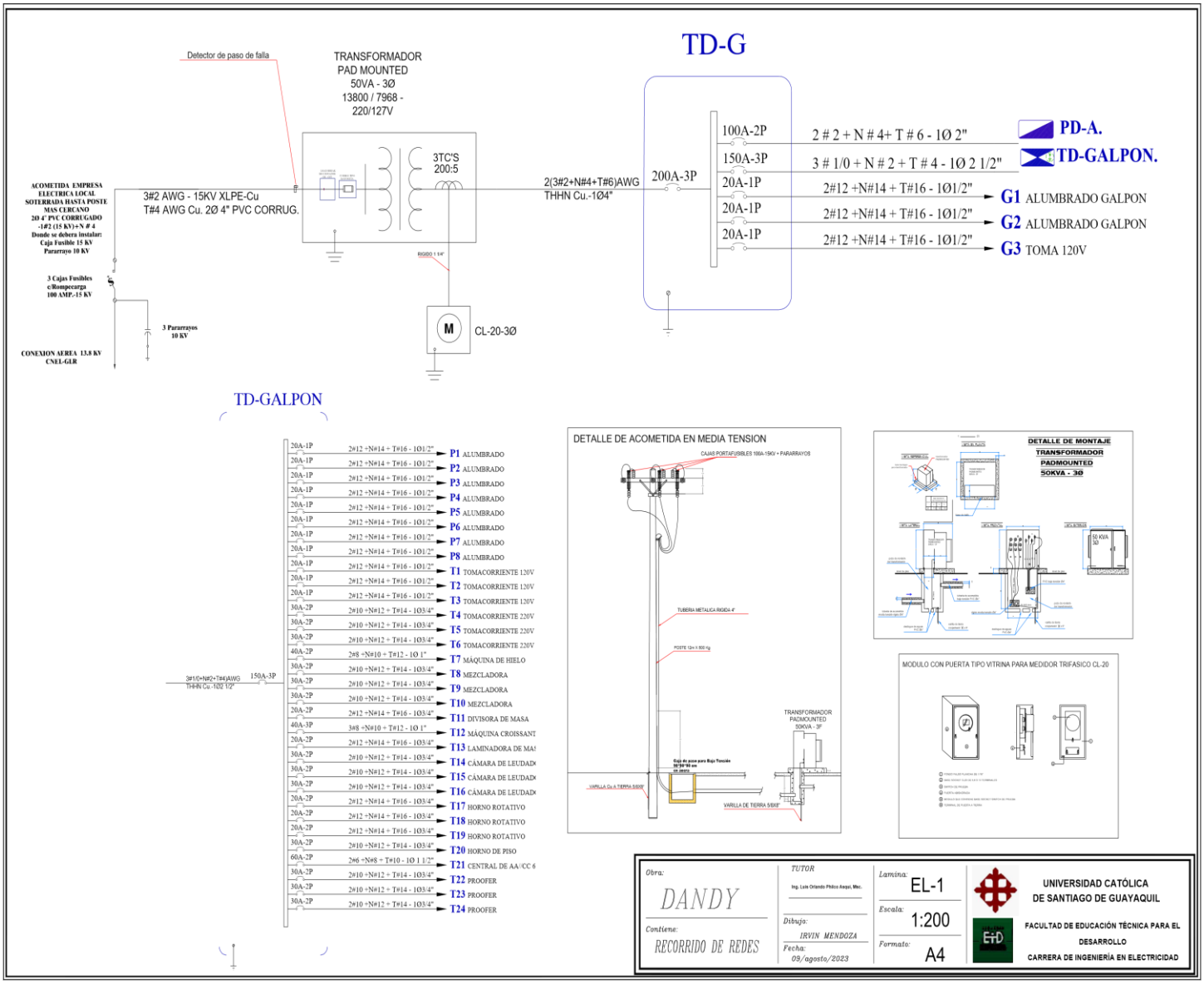


Anexo 4: Plano del recorrido de baja tensión



Anexo 5: Plano del recorrido de redes.

Anexo 6: Diagrama Unifilar y detalles de la bajante de media tensión y trasformador



Bibliografía

(CNEL), C. N. (27 de agosto de 2020). *MANUAL DE INSTALACIONES DE ACOMETIDAS Y DE SISTEMAS DE MEDICIÓN .* Recuperado el 31 de julio de 2023, de https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2023/01/MN-COM-AC-001-MANUAL-PARA-LA-INSTALACI%C3%93N-V2.pdf

(NEC), N. E. (2018). NEC-Instalaciones-Electricas. Recuperado el 04 de JUNIO de 2023, de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas.pdf

Andres. (20 de septiembre de 2015). *Electricaplicada.* Recuperado el 25 de julio de 2023, de https://www.electricaplicada.com/diseno-electrico-para-una-vivienda-casa/#comment-256

Cable, T. (15 de octubre de 2021). *Instalación eléctrica monofásica y trifásica.* Recuperado el 30 de julio de 2023, de https://www.topcable.com/blog-electric-cable/cables-monofasicos-y-trifasicos/

CONSEL. (07 de julio de 2018). *Catalogo_2018_CONSEL.* Recuperado el 30 de julio de 2023, de https://conselmexico.com/wp-content/uploads/2021/07/Catalogo_2018_CONSEL.pdf

ELECTROCABLES. (10 de MAYO de 2018). *ELECTROCABLES.* Recuperado el 12 de JUNIO de 2023, de https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf

Franco, M. (15 de mayo de 2013). *Aprende institute.* Recuperado el 16 de junio de 2023, de https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/que-es-un-panel-electrico/

gobiernodecanarias.org. (10 de julio de 2015). Recuperado el 10 de junio de 2023, de https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ilopmon/files/2015/07/TEMA-INSTALACIONES-ELECTRICAS-EN-VIVIENDAS.pdf

Gómez, J. M. (2015). *Instalaciones de puesta a tierra y protección de sistemas eléctricos .* Barcelona : Ediciones Experiencia. Recuperado el 25 de

junio de 2023, de https://www21.ucsg.edu.ec:2653/es/ereader/ucsg/41984

INEN. (20 de OCTUBRE de 2015). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN (NTE INEN 2345).* Recuperado el 10 de JUNIO de 2023, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2345-1.pdf

ITESA. (05 de ENERO de 2022). *ITESA SOLUCIONES DE ENERGIA.* Recuperado el 13 de JUNIO de 2023, de https://www.itesa.com.pe/tableros-distribucion/

jdelectricos. (16 de octubre de 2021). *Suministro de Materiales Eléctricos.* Recuperado el 29 de julio de 2023, de https://jdelectricos.com.co/tipos-de-puesta-a-tierra-y-caracteristicas/

Ljosha. (29 de noviembre de 2017). *Blogger.* Recuperado el 29 de julio de 2023, de https://insonorizarfalsotecho.blogspot.com/2017/11/instalacion-pararrayos.html

NEW, B. (28 de JULIO de 2020). *TotalEnergies.* Recuperado el 30 de JULIO de 2023, de ¿INSTALACIÓN MONOFÁSICA O TRIFÁSICA?: https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/instalacion-monofasica-o-trifasica

Torre, F. D. (21 de abril de 2019). *Sistemas Trifásicos.* Recuperado el 31 de julio de 2023, de Accionamientos Electromecánicos: https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/16746/21504-19%20ACCIONAMIENTOS%20ELECTROMEC%C3%81NICOS%20Sistemas%20trifasicos.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Villagomez, E. M. (15 de agosto de 2010). *Analisis del sistema puesta a tierra .* Recuperado el 26 de junio de 2023, de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2192/2/Capitulo%20I.pdf

VINUEZA. (20 de FEBRERO de 2013). *ELECTRO INDUSTRIAL VINUEZA.* Recuperado el 12 de JUNIO de 2023, de https://www.eivinueza.com.ec/cables-electricos/cable-superflex/cable-superflex.html

Zúñiga, P. (8 de marzo de 2010). *Instalaciones Eléctricas Residenciales.* Recuperado el 29 de julio de 2023, de https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2010/03/contactos-con-tierra-aislada-para.html

Presidencia de la República del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes

SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Mendoza Peralta, Irvin Alessandro** con C.C: 1314459122 autor del Trabajo de Titulación: **Propuesta del estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora,** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 31 de agosto de 2023

Irvin Mendoza

Nombre: Mendoza Peralta, Irvin Alessandro

C.C: 1314459122

Presidencia de la República del Ecuador | Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes | SENESCYT Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Propuesta del estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora		
AUTOR(ES)	Mendoza Peralta, Irvin Alessandro		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Philco Asqui, Luis Orlando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	31 de agosto de 2023	**No. DE PÁGINAS:**	64
ÁREAS TEMÁTICAS:	Instalaciones Eléctricas, Protecciones Eléctricas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Cálculo de Cargas. Baja Tensión, Media Tensión, Protecciones, NEC, Instalaciones Eléctricas, Presupuestos.		

El presente trabajo de titulación está relacionado con la propuesta de un estudio de un sistema trifásico para una planta panificadora, por consiguiente, se realizara cálculos de cargas con el cual se podrá realizar un buen dimensionamiento del transformador que será el encargado de la distribución total del sistema trifásico y del mismo modo se realizara el respectivo diagrama unifilar donde se visualizara el calibre de los conductores con su respectiva tubería, su disyuntor principal y secundarios. Por lo tanto, el tipo de investigación utilizado en este proyecto será: bibliográfico porque debemos revisar el manual National Electrial Code (NEC), de igual manera se revisará el manual de instalaciones de acometidas de la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), también se empleará un método analítico ya que debemos determinar los componentes y características de operación como la clasificación de conductores y protecciones eléctricas requeridas para este caso.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** +593 997313104	E-mail: irvin.mendoza01@cu.ucsg.edu.ec Irvinalessandro2002@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	**Nombre: Ing Ricardo Ubilla**	
	Teléfono:	
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA	
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	