



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELÉCTRICO E INGENIERO EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN  
POTENCIA Y DISEÑO DE MAQUINARIAS**

**TEMA:**

**LEVANTAMIENTO DE LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS E  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y  
REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA  
SALESIANA “DOMINGO COMÍN” CON IMPLEMENTACIÓN DE  
SIMULADOR DE CARGA EN EL SOFTWARE ETAP 10.5**

**AUTORES:**

**CARLOS VÉLIZ NOBOA**

**GABRIEL RAMÍREZ MÉNDEZ**

**DIRECTOR:**

**ING. DAVID MORA BOCCA**

**GUAYAQUIL, OCTUBRE DEL 2014**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Los conceptos desarrollados, investigaciones realizadas, análisis y conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Dejando constancia que cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Guayaquil, Octubre del 2014

---

Gabriel Andrés Ramírez Méndez

---

Carlos Antonio Véliz Noboa

## **CERTIFICADO**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los estudiantes Carlos Antonio Véliz Noboa y Gabriel Andrés Ramírez Méndez.

Guayaquil, Noviembre del 2014

-----  
Ing. David Mora Bocca

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis se lo dedico principalmente a Dios por mantenerme con salud y permitirme tener un día más de vida junto con mis seres queridos. También se lo dedico a mi padre Francisco Ramírez quien con su ejemplo de vida, es y será mi inspiración y motivación para ser cada día mejor, brindándome los mejores consejos que un hijo puede recibir y aunque no esté presente físicamente siempre lo llevaré en mis pensamientos y en mi corazón, a mi madre Martha Chávez que con su amor de madre me ha brindado su apoyo incondicional toda la vida, ayudándome con mis estudios e inculcándome buenos valores, a mis hermanos Jaime y Francisco que con sus palabras de aliento, consejos y conocimientos me han motivado día tras día para alcanzar esta meta, a mis familiares tías, tíos, primas, primos, a mi querida abuelita Zoila Chávez quien siempre está al pendiente de mí y **a todos quienes han sembrado en mí el deseo de llegar a ser cada día mejor.**

**Gabriel Andrés**

A ti Dios todopoderoso, por darme la dicha de poder compartir este momento con mis padres, Siria mi madre, la que tuvo las palabras adecuadas en los momentos que más las necesitaba siempre apegada a la razón y la justicia siendo el pilar fundamental a lo largo de mi vida, Perfecto quien me enseñó a vivir y observar el mundo de una manera “diferente” pero a su vez acertada, Karen mi hermana preocupada y siempre pendiente de los avances que doy en la vida, Mariuxi mi hermana que nos cuida a todos, a quien esperamos con ansias de su triunfal regreso y a la persona que marcó mi vida y me enseñó una perspectiva diferente de la realidad, ya que gracias a la presencia de todos a lo largo de mi vida he logrado ser una mejor persona y dar lo mejor de mí.

**Carlos Antonio**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a Dios por ser el pilar fundamental en nuestras vidas y habernos mantenido con perseverancia para cumplir nuestro anhelado sueño, a nuestros padres por su apoyo incondicional, a nuestros compañeros y amistades Ing. Alex Parra y a todos nuestros profesores por capacitarnos en el ámbito profesional, al Ing. Orly Guzmán que compartió sus experiencias adquiridas en la escuela de la vida para no cometer los mismos errores y ser mejores cada día, Ing Otto Astudillo por su ayuda y colaboración para culminar con nuestros estudios.

En especial agradecemos al Ing. David Mora gran amigo por su ayuda desinteresada al hacernos partícipes en un proyecto pro mejoras de la comunidad Salesiana de la que somos parte activa, por habernos dedicado parte de su tiempo a cualquier hora del día y dándonos las directrices adecuadas, siempre objetivo e imparcial para realizar el trabajo de titulación de la mejor manera con los más altos índices de calidad.

**Gabriel Andrés Ramírez Méndez**

**Carlos Antonio Véliz Noboa**



## **LEVANTAMIENTO DE LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA “DOMINGO COMÍN” CON IMPLEMENTACIÓN DE SIMULADOR DE CARGA EN EL SOFTWARE ETAP 10.5**

### **RESUMEN**

En este documento se detalla el diagnóstico de la situación actual de las instalaciones eléctricas en baja y media tensión de la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” con la finalidad de diseñar un nuevo sistema de distribución eléctrica, considerando un estándar único y cumpliendo con las normativas vigentes del sistema eléctrico. Bajo la supervisión de un simulador de carga en el software ETAP, el cual permitirá obtener resultados reales del nuevo sistema eléctrico con sus respectivas cargas, capacidades y alimentadores, los mismos que serán de suma importancia para las futuras ampliaciones eléctricas en las diferentes áreas que posee la institución.

El rediseño eléctrico que se propone tiene como finalidad mejorar la calidad del servicio eléctrico y brindar seguridad tanto para el personal estudiantil y de mantenimiento como para los equipos existentes en los laboratorios y en las áreas administrativas. Además, mejorará la calidad en la educación de los estudiantes teniendo a disposición sistema de audiovisuales, lo cual facilita su aprendizaje y su desempeño académico.

**Palabras Clave:** Simulador de carga ETAP, normas eléctricas, sistema de audiovisuales, calidad en la educación.



**LIFTING ARCHITECTURAL AND ELECTRICAL DRAWINGS OF LOW AND MEDIUM VOLTAGE AND REDISING OF THE ELECTRICAL SYSTEM OF THE “DOMINGO COMÍN “ HIGH SCHOOL WITH THE IMPLEMENTATION OF THE LOAD SIMULATOR IN THE ETAP 10.5 SOFTWARE.**

**ABSTRACT**

In this paper the analysis of the current situation of electrical installations in low and medium voltage of the Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” in order to design a new electrical distribution system, considering a single standard and complying with the regulations outlined the electrical system. Under the supervision of a load simulator in ETAP software, which will give real results of the new electrical system with their respective loads, capacities and feeders, they will be of great importance for future electrical prints in the different areas having the institution.

The electric proposed redesign is intended to improve the quality of electricity service and provide security for both staff and student maintenance to existing equipment in laboratories and administrative areas. It will improve the quality of education available to students taking visual system, facilitating their learning and academic performance.

**Keywords:** Load Simulator ETAP electrical codes, audiovisual system.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	2
1 ANTECEDENTES .....	3
1.1 El Problema.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Hipótesis .....	5
1.6 Metodología.....	5
1.6.1 Investigación de Campo Experimental.....	6
1.6.2 Investigación Proyectal.....	6
1.7 Técnicas .....	6
1.7.1 Observación .....	6
1.7.2 Levantamiento.....	6
1.8 Descripción de la propuesta.....	7
1.8.1 Rediseño arquitectónico.....	7
1.8.2 Rediseño eléctrico.....	8
1.8.3 Implementación simulador ETAP.....	9
1.9 Beneficiarios .....	9



1.10	Impacto .....	9
2	MARCO TEÓRICO .....	10
2.1	Conceptos básicos de electricidad para instalaciones civiles .....	10
2.1.1	Acometida .....	10
2.1.1.1	Acometida aérea .....	10
2.1.1.2	Acometida subterránea .....	10
2.1.1.3	Acometida monofásica .....	10
2.1.1.4	Acometida bifásica .....	10
2.1.1.5	Acometida trifásica.....	10
2.1.2	Ampacidad .....	11
2.1.3	Barras de cobre y aluminio .....	11
2.1.4	Cajas de paso.....	11
2.1.5	Carga.....	11
2.1.5.1	Carga resistiva .....	11
2.1.5.2	Carga inductiva.....	11
2.1.5.3	Carga capacitiva .....	11
2.1.6	Circuito eléctrico.....	12
2.1.7	Circuito derivado .....	12
2.1.7.1	Circuito derivado de uso general.....	12
2.1.7.2	Circuito derivado individual.....	12
2.1.8	Conductor eléctrico .....	12

2.1.9	Consumidor.....	13
2.1.10	Consumo .....	13
2.1.11	Cortocircuito .....	13
2.1.12	Corriente eléctrica.....	13
2.1.12.1	Corriente alterna .....	14
2.1.12.2	Corriente continua .....	14
2.1.13	Distribuidor.....	14
2.1.14	Demanda .....	15
2.1.15	Ducto o Tubería .....	15
2.1.16	Panel de Distribución.....	15
2.1.17	Potencia eléctrica .....	15
2.1.17.1	Potencia activa.....	16
2.1.17.2	Potencia reactiva.....	16
2.1.17.3	Potencia aparente .....	18
2.1.18	Protecciones eléctricas .....	18
2.1.18.1	Disyuntor .....	18
2.1.18.2	Fusible .....	18
2.1.19	Red de distribución de energía eléctrica .....	19
2.1.20	Reversible .....	19
2.1.21	Sobrecorriente .....	19
2.1.22	Sobrecarga.....	19

2.1.23	Tablero de distribución .....	19
2.1.24	Tensión o diferencia de potencial .....	19
2.1.25	Toma de corriente .....	20
2.1.26	Transformador.....	20
2.2	Red de distribución eléctrica en media tensión .....	20
2.2.1	Protección de transformadores en media tensión.....	20
2.2.2	Acometida en media tensión.....	21
2.2.3	Ductos y cajas de paso en media tensión .....	21
2.2.3.1	Ductos en media tensión.....	21
2.2.3.2	Cajas de paso en media tensión .....	22
2.2.4	Cuarto de transformación.....	22
2.2.4.1	Requerimientos .....	22
2.2.4.2	Ubicación.....	23
2.2.4.3	Características constructivas.....	23
2.2.5	Celda de medición / Transformadores de instrumento o medición .....	24
2.2.5.1	Transformadores de corriente .....	24
2.2.5.2	Transformadores de potencial .....	25
2.2.6	Celda seccionadora .....	26
2.2.6.1	Contador de energía electromecánico.....	26
2.2.6.2	Contador de energía electrónico .....	27
2.2.7	Transformador eléctrico.....	27

2.2.7.1	Principio del funcionamiento.....	28
2.2.7.2	Tipos de transformadores .....	29
2.2.7.3	Transformador de potencia.....	29
2.2.7.4	Transformador de distribución .....	30
2.2.7.4.1	Convencional.....	30
2.2.7.4.2	Autoprotegido .....	31
2.2.7.4.3	Padmounted.....	32
2.2.8	Sistema de puesta a tierra.....	33
2.2.9	Generador de emergencia (equipo electrógeno) .....	33
2.3	Instalaciones civiles en baja tensión .....	34
2.3.1	Tableros de distribución.....	34
2.3.1.1	Características constructivas.....	34
2.3.1.2	Tipos de tableros eléctricos .....	34
2.3.2	Composición de los tableros de distribución .....	35
2.3.2.1	Barras de cobre para sistemas de distribución.....	35
2.3.2.2	Protecciones en tableros de distribución .....	37
2.3.3	Paneles de distribución .....	38
2.3.3.1	Protecciones en paneles de distribución .....	39
2.3.3.2	Conductor eléctrico.....	39
2.3.3.2.1	Composición del conductor eléctrico.....	39
2.3.3.2.2	Clasificación de conductores de acuerdo a sus condiciones de empleo.	41

Fuente: Los Autores .....	42
2.3.3.2.3 Clasificación de conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A) .....	42
2.3.4 Ductos para acometidas en baja tensión .....	43
2.3.5 Circuito derivado de alumbrado.....	44
2.3.6 Circuito derivado de tomacorrientes.....	45
2.3.7 Circuito derivado especial.....	45
3 GENERALIDADES.....	46
3.1 Reseña histórica de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín.....	46
3.2 Misión .....	48
3.3 Visión.....	48
3.4 Servicios y gestión administrativa. ....	49
3.4.1 Áreas administrativas.....	49
3.4.2 Áreas académicas .....	50
3.4.2.1 Vicerrectorado e inspección .....	50
3.4.2.2 Aulas.....	50
3.4.2.3 Laboratorios.....	51
3.4.2.4 Biblioteca.....	53
3.4.3 Áreas de Servicios.....	53
3.4.3.1 Auditorio.....	53
3.4.3.2 Salón de uso múltiple .....	54
3.4.3.3 Baterías sanitarias .....	54

3.4.3.4	Área de comidas .....	55
3.4.3.5	Áreas deportivas .....	55
4	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA DOMINGO COMÍN.....	56
4.1	Sistema de distribución eléctrica en media tensión .....	56
4.1.1	Acometidas eléctricas en media tensión .....	56
4.2	Cuartos de transformación .....	58
4.2.1	Cuarto de transformación Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín (UESDC) .....	58
4.2.1.1	Banco de transformadores .....	59
4.2.1.2	Sistemas de puesta a tierra .....	62
4.2.1.3	Transformadores de corriente .....	63
4.2.1.4	Contador de energía .....	63
4.2.2	Cuarto de transformación Universidad Politécnica Salesiana (UPS) .....	65
4.2.2.1	Transformador trifásico .....	65
4.2.2.2	Sistema de puesta a tierra.....	66
4.2.2.3	Transformadores de corriente .....	67
4.2.2.4	Contador de energía .....	67
4.3	Sistema de distribución eléctrica en baja tensión .....	68
4.4	Tableros de distribución eléctricos .....	69
4.4.1	Tableros de distribución principal .....	70
4.4.1.1	Tablero de distribución principal TDP-1 .....	70

4.4.1.2	Tablero de distribución principal TDP-2.....	71
4.4.2	Tableros de distribución secundaria.....	72
4.5	Paneles de distribución secundaria .....	78
4.5.1.1	Paneles de distribución .....	79
CAPITULO V.....		128
5	REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA “DOMINGO COMÍN” .....	128
5.1	Acometida eléctrica en media tensión .....	128
5.1.1	Cuarto de transformación.....	130
5.1.2	Transformador trifásico .....	131
5.1.3	Sistema de puesta a tierra.....	133
5.1.4	Celda de Medición / Transformadores de Instrumento o Medición .....	133
5.1.5	Celda seccionadora .....	134
5.1.6	Contador de energía .....	135
5.2	Sistema de distribución eléctrica en baja tensión .....	135
5.2.1	Tablero de distribución principal .....	136
5.2.2	Tableros de distribución secundaria.....	137
5.2.3	Paneles de distribución .....	144
5.2.3.1	Descripción de los paneles de distribución.....	146
6	ANÁLISIS PRESUPUESTARIO. ....	170
6.1	Prioridades Técnicas de las Instalaciones Eléctricas .....	170
6.1.1	ETAPA #1 - Bloque Norte (Planta Baja - Primer Piso - Segundo Piso) .....	170

6.1.2	ETAPA #2.- Bloque Central Sur (Planta Baja) .....	172
6.1.3	ETAPA #3.- Bloque Sur (planta baja, primer piso, segundo piso) y Bloque Central Sur (primer piso, segundo piso).....	174
6.1.4	ETAPA #4.- Bloque Central Norte (planta baja, primer piso y segundo piso)	177
6.2	Propuesta Económica del Proyecto por etapas. ....	179
6.2.1	ETAPA#1.....	179
6.2.2	ETAPA#2.....	179
6.2.3	ETAPA#3.....	183
6.2.4	ETAPA#4.....	188
6.2.5	Remodelación del Sistema eléctrico en media tensión .....	192
6.2.5.1	Descripción de la Obra Civil .....	195
6.2.6	Remodelación del Sistema eléctrico en baja tensión .....	197
7	SIMULACIÓN .....	198
7.1	Alimentador en Media Tensión .....	200
7.2	Acometida.....	201
7.3	Transformador Trifásico .....	202
7.4	Disyuntores .....	204
7.5	Barras de Distribución .....	204
7.6	Cargas Puntuales.....	205
7.7	Conexión.....	207
7.8	Pruebas a realizar .....	207



7.8.1	Flujo de Potencia.....	208
7.8.2	Prueba de Corto Circuito .....	212
7.8.3	Coordinación de Protecciones.....	213
8	Bibliografía.....	218

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características constructivas del cuarto de transformación. ....	23
Tabla 2.2 Relación de transformación de los “TC” .....	25
Tabla 2.3 Capacidad de barras rectangulares de cobre COOPERWELD para armarios eléctricos, de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A).....	36
Tabla 2.4 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo. ....	41
Tabla 2.5 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A).....	43
Tabla 2.6 Diámetro de conductos según la sección y número de los conductores .....	44
Tabla 4.1 Datos de placa del transformador de distribución#1 .....	60
Tabla 4.2 Datos de placa del transformador de distribución#2 .....	60
Tabla 4.3 Datos de placa del transformador de distribución#3 .....	61
Tabla 4.4 Datos de placa del transformador de corriente .....	63
Tabla 4.5 Datos de placa del contador de energía .....	64
Tabla 4.6 Datos de placa del transformador de distribución UPS .....	65
Teniendo como referencia la Tabla 5.1 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A) procedemos a dimensionar la acometida del panel en base al criterio obtenido a lo largo de nuestro proceso de formación. ....	146
La ductería para la acometida del panel de distribución teniendo como referencia la Tabla 5.2 Diámetro de conductos según la sección y número de los conductores. ....	146
Tabla 6.1 Cálculo de demanda de la primera etapa. ....	172
Tabla 6.2 Cálculo de demanda de la segunda etapa.....	173
Tabla 6.3 Cálculo de demanda de la tercera etapa.....	176

Tabla 6.4 Cálculo de demanda de la cuarta etapa.....	178
Tabla 6.5 Propuesta Económica - Etapa #1 .....	179
Tabla 6.6 Propuesta Económica - Etapa #2 .....	183
Tabla 6.7 Propuesta Económica - Etapa #3 .....	187
Tabla 6.8 Propuesta Económica - Etapa #4 .....	192

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Desplazamiento de electrones .....	13
Figura 2.2 Corriente alterna (AC) .....	14
Figura 2.3 Corriente continua (DC) .....	14
Figura 2.4 Representación vectorial para cargas; resistiva, inductiva y capacitiva .....	16
Figura 2.5 Caja fusible .....	21
Figura 2.6 Fusible tipo NX .....	21
Figura 2.7 Transformador de corriente .....	24
Figura 2.8 Transformador de potencial .....	25
Figura 2.9 Contador de energía electromagnético .....	26
Figura 2.10 Contador de energía electrónico .....	27
Figura 2.11 Modelo básico del transformador .....	27
Figura 2.12 Transformador padmounted .....	32
Figura 2.13 Barras de cobre para sistemas de distribución .....	36
Figura 2.14 Disyuntor tipo caja moldeada .....	38
Figura 2.15 Disyuntor tipo riel din .....	38
Figura 2.16 Funcionamiento del panel de distribución .....	38
Figura 2.17 Disyuntor termomagnético tipo enchufable .....	39
Figura 2.18 Partes del conductor eléctrico .....	40
Figura 2.19 Conductor eléctrico - Alambre .....	40
Figura 2.20 Conductor eléctrico - Cable .....	40

Figura 5.1 Celda de Medición.....	134
Figura 5.2 Celda de Medición.....	134
Figura 7.1 Software ETAP.....	198
Figura 7.2 Software ETAP.....	198
Figura 7.3 Barra de elemetos .....	200
Figura 7.4 Edición Power Grid (Red de Energía) Nombre.....	200
Figura 7.5 Edición Power Grid (Red de Energía) Nivel de Tensión .....	201
Figura 7.6 Configuración Acometida (Longitud-Nombre).....	201
Figura 7.7 Configuración Acometida Media Tensión (Calibre).....	202
Figura 7.8 Configuración Transformador Trifásico (Norma-Nombre) .....	202
Figura 7.9 Configuración Transformador Trifásico (Potencia-Niveles de Tensión).....	203
Figura 7.10 Configuración Transformador Trifásico (Impedancia) .....	203
Figura 7.11 Configuración Transformador Trifásico (Impedancia) .....	204
Figura 7.12 Configuración Buses de Distribución (Tableros de Distribución) .....	205
Figura 7.13 Configuración Cargas Puntuales (Nombre).....	206
Figura 7.14 Configuración Cargas Puntuales (Casos de Estudio-Potencia) .....	206
Figura 7.15 Conexión de los elementos .....	207
Figura 7.16 Diagrama Completo del Sistema .....	207
Figura 7.17 Flujo de Potencia (LOAD FLOW ANALYSIS) .....	208
Figura 7.18 Flujo de Potencia (LOAD FLOW ANALYSIS) .....	209
Figura 7.19 Errores presentes en el sistema (Por corregir) .....	209

Figura 7.20 Flujo de potencia (RUN) .....	210
Figura 7.21 Resultados Flujo de Potencia (Revisión).....	211
Figura 7.22 Resultados Flujo de Potencia (Crear PDF).....	211
Figura 7.23 Prueba de Cortocircuito (Corriente Máxima).....	212
Figura 7.24 D. TDP-G vs. D. TDS-1 .....	213
Figura 7.25 D. TDP-G vs. D. TDS-2 .....	214
Figura 7.26 D. TDP-G vs. D. TDS-3 .....	214
Figura 7.27 D. TDP-G vs. D. TDS-4 .....	215
Figura 7.28 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-6 .....	215
Figura 7.29 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-8 .....	216
Figura 7.30 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-7 .....	216

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1 Tablero distribución principal .....	35
Fotografía 2.2 Tablero distribución secundaria .....	35
Fotografía 3.1 Misión Salesiana .....	48
Fotografía 3.2 Visión Salesiana .....	48
Fotografía 3.3 Departamento Rectorado.....	49
Fotografía 3.4 Departamento DOBE .....	50
Fotografía 3.5 Área Académica - Vicerrectorado.....	50
Fotografía 3.6 Área Académica - Aula de Clases.....	51
Fotografía 3.7 Área Académica - Laboratorio Cómputo #2.....	51
Fotografía 3.8 Área Académica - Laboratorio de Electrónica Digital.....	52
Fotografía 3.9 Área Académica - Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS .....	52
Fotografía 3.10 Área Académica - Biblioteca .....	53
Fotografía 3.11 Auditorio .....	53
Fotografía 3.12 Salón de uso múltiple .....	54
Fotografía 3.13 Baños para hombres .....	54
Fotografía 3.14 Baños para mujeres .....	54
Fotografía 3.15 Área de comidas .....	55
Fotografía 3.16 Canchas de cemento .....	55
Fotografía 3.17 Cancha de tierra.....	55
Fotografía 4.1 Acometida Principal 13.8 KV Empresa Eléctrica Guayaquil E.P.....	57

Fotografía 4.2 Acometida Aérea.....	57
Fotografía 4.3 Acometida Subterránea .....	57
Fotografía 4.4 Acometida complementaria UPS .....	58
Fotografía 4.5 Cuarto de transformación .....	59
Fotografía 4.6 Banco de transformadores trifásicos de 75KVA.....	59
Fotografía 4.7 Puesta a tierra del banco de transformadores .....	62
Fotografía 4.8 Puesta a tierra para Tableros de Distribución Secundaria.....	62
Fotografía 4.9 Transformadores de corriente.....	63
Fotografía4.10 Contador de energía UEDC.....	64
Fotografía4.11 Cuarto de transformación UPS.....	65
Fotografía 4.12 Transformador trifásico de 500KVA .....	66
Fotografía 4.13 Sistema de puesta a tierra .....	67
Fotografía 4.14 Transformadores de corriente.....	67
Fotografía 4.15 Contador de energía UPS .....	68
Fotografía 4.16 Tablero de Distribución Principal TDP-1 .....	70
Fotografía 4.17 Módulo#1 del TDP-2 .....	71
Fotografía 4.18 Módulo#2 del TDP-2 .....	71
Fotografía 4.19 Vista externa del TDS-1 .....	72
Fotografía 4.20 Vista interna del TDS-1.....	72
Fotografía 4.21 TDS-2 Tablero cerrado.....	73
Fotografía 4.22 TDS-2 Tablero abierto .....	73



Fotografía 4.23 TDS-3 Laboratorio de Medidas Eléctricas 2.....	74
Fotografía 4.24 TDS-4 Tablero cerrado.....	75
Fotografía 4.25 TDS-4 Tablero abierto .....	75
Fotografía 4.26 TDS-5 Tablero cerrado.....	76
Fotografía 4.27 TDS-5 Tablero abierto .....	76
Fotografía 4.28 TDS-6 Tablero cerrado.....	76
Fotografía 4.29 TDS-6 Tablero abierto .....	76
Fotografía 4.30 TDS-7 Tablero cerrado.....	77
Fotografía 4.31 TDS-7 Tablero abierto .....	77
Fotografía 4.32 Departamento de contabilidad.....	79
Fotografía 4.33 Bodega general .....	80
Fotografía 4.34 Panel de Pastoral .....	81
Fotografía 4.35 Panel Dirección de Pastoral.....	82
Fotografía 4.36 Panel #1 Departamento de Logística y Mantenimiento .....	83
Fotografía 4.37 Departamento de Logística y Mantenimiento Panel #1 .....	84
Fotografía 4.38 Departamento de Logística y Mantenimiento Panel #2 .....	84
Fotografía 4.39 Ingreso Baños para mujeres .....	85
Fotografía 4.40 Panel Baños para mujeres .....	85
Fotografía 4.41 Laboratorio de Cómputo #2 .....	86
Fotografía 4.42 Laboratorio de Cómputo #1 .....	87
Fotografía 4.43 Laboratorio de Automatización Industrial .....	88

Fotografía 4.44 Laboratorio de Cómputo #4 .....	89
Fotografía 4.45 Laboratorio de Cómputo #5 .....	90
Fotografía 4.46 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 Panel#1 .....	91
Fotografía 4.47 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 .....	92
Fotografía 4.48 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 Panel#2.....	92
Fotografía 4.49 Laboratorio de Cómputo #3 Panel #1 .....	93
Fotografía 4.50 Laboratorio de Cómputo #3 Panel #2 .....	94
Fotografía 4.51 Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS .....	95
Fotografía 4.52 Laboratorio de Instalaciones Industriales UESDC.....	96
Fotografía 4.53 Laboratorio de Ajuste Mecánico - Pasillo.....	97
Fotografía 4.54 Laboratorio de Ajuste Mecánico - Taller .....	98
Fotografía 4.55 Laboratorio de Hardware .....	99
Fotografía 4.56 Laboratorio de Electrónica Analógica.....	100
Fotografía 4.57 Laboratorio de Electrónica Digital.....	101
Fotografía 4.58 Departamento de Electrónica .....	102
Fotografía 4.59 Laboratorio de Microprocesadores Panel#1 .....	103
Fotografía 4.60 Laboratorio de Microprocesadores (Panel#2) .....	104
Fotografía 4.61 Laboratorio de Lógica Combinatoria .....	105
Fotografía 4.62 Preescolar (Aulas) .....	106
Fotografía 4.63 Preparatoria (Servicios Generales-Aulas) .....	107
Fotografía 4.64 Pasillo Parqueadero .....	108

Fotografía 4.65 Panel Cafetería .....	109
Fotografía 4.66 Panel Cafetería .....	110
Fotografía 4.67 Panel Aula Junto Cafetería.....	111
Fotografía 4.68 Panel Salón Usos Múltiples Audio.....	112
Fotografía 4.69 Panel Salón de Usos Múltiples Escenario .....	113
Fotografía 4.70 Panel Departamento Área Técnica.....	114
Fotografía 4.71 Panel Ex Desai (Idiomas).....	115
Fotografía 4.72 Panel Inspección General .....	116
Fotografía 4.73 Salón de Usos Múltiples Servicios Generales.....	117
Fotografía 4.74 Salón de Usos Múltiples Climatización .....	118
Fotografía 4.75 Panel Plataforma de Aires .....	119
Fotografía 4.76 Panel Pasillo de Gastronomía.....	120
Fotografía 4.77 Panel Gastronomía .....	121
Fotografía 4.78 Panel Pasillo Central-Sur .....	122
Fotografía 4.79 Panel Climatización Salón de Usos Múltiples .....	123
Fotografía 4.80 Disyuntores externos (Parqueadero UESDC) .....	124
Fotografía 4.81 Disyuntores externos (Parqueadero UESDC) .....	124
Fotografía 4.82 Tomacorriente de 240v sin neutro.....	125
Fotografía 4.83 Caja de paso CP-3 (Parqueadero UEDC).....	125
Fotografía 4.84 Empalmes en conductores calibres 3/0 .....	126
Fotografía 4.85 Debajo de SUM.....	126

Fotografía 4.86 Jardinera Cafetería CP-8 .....	127
Fotografía 5.1 Triángulo de Potencias .....	128

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica Salesiana a través del convenio de cooperación mutua firmado con la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín, ha determinado la necesidad del uso de sus instalaciones y el compromiso de adecuar la infraestructura, proveer recursos tecnológicos y mobiliario para que los estudiantes de ambas instituciones puedan ocupar el establecimiento con las facilidades didácticas y la comodidad adecuada para el uso educativo.

En la actualidad el sistema eléctrico de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín no es suficiente para abastecer la demanda que posee, debido a la ampliación que ha venido teniendo por el crecimiento en la demanda de estudiantes, motivo por el cual se complementa con la energía eléctrica que suministra el cuarto de transformación perteneciente al Edificio B en donde funciona la Universidad Politécnica Salesiana.

El presente estudio tiene como finalidad realizar una recopilación organizada de toda la información necesaria y concerniente al sistema eléctrico, a través del levantamiento de información, entre ellas planos arquitectónicos, eléctricos, diagramas unifilares y de esta manera identificar las características físicas del sistema, el estado de las protecciones y las seguridades existentes.

Con la base de datos obtenidos en el levantamiento de los mismos, se procederá a realizar la propuesta de mejoras con el rediseño del sistema eléctrico, tomando en cuenta las futuras cargas a instalarse y en virtud que las antiguas instalaciones no abastecen la nueva demanda proyectada, se establecerá un solo centro de carga que abastezca la demanda en su totalidad con su respectivas reservas para futuros cambios.

El rediseño eléctrico realizado junto con las cargas proyectadas serán convalidadas con la implementación de un simulador de carga mediante el software ETAP.

Se anexarán los planos de implantación, planillajes de todos los tableros principales, secundarios y paneles de distribución, así como el diagrama unifilar de todo el sistema propuesto y un presupuesto referencial del mismo utilizando los componentes adecuados para las mejoras significativas que se esperan conseguir de este proyecto, teniendo como referencia los valores actuales de mercado proporcionados por la Cámara de la Construcción de Guayaquil.

# **CAPITULO I**

## **1 ANTECEDENTES**

### **1.1 El Problema**

La Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” no cuenta con planos eléctricos actualizados ni con un plan de mantenimiento preventivo para sus instalaciones eléctricas y debido a esto, las soluciones a los problemas presentados fueron instantáneas y no proyectas a mediano o largo plazo.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Debido al crecimiento estudiantil, la Universidad Politécnica Salesiana mediante la firma de un convenio de cooperación mutua con la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín”, ha determinado la necesidad de uso del espacio de aulas de dicha Unidad Educativa para sus estudiantes, y en vista que la actual infraestructura de esta no presenta las facilidades necesarias, la Universidad Politécnica Salesiana se compromete en ofrecer: recursos tecnológicos, comodidad en sus aulas y mobiliario adecuado para beneficio de ambas instituciones educativas.

Desde sus inicios, al implementar el sistema eléctrico en las instalaciones de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín, no se consideraron los estándares técnicos correspondientes para este tipo de edificaciones y debido a la necesidad de ampliación por la demanda de estudiantes, ha generado que las instalaciones actuales sean modificadas en su interior por diferentes contratistas, departamento de mantenimiento o personal eléctrico, que a su vez no han considerado un procedimiento o estándar único, y en muchos casos el incumplimiento de las normas eléctricas.

Actualmente en la Unidad Educativa no se cuenta con los planos eléctricos y arquitectónicos actualizados, sus áreas tanto administrativas como académicas no se encuentran distribuidas de forma adecuada a sus necesidades. Además sus instalaciones eléctricas no poseen la señalización necesaria para salvaguardar la seguridad física del alumnado y del personal que realiza mantenimiento eléctrico, en casos de ocurrir fallas eléctricas o cortocircuitos inesperados.

Por tal motivo y debido a estos inconvenientes, es necesario e imprescindible el rediseño del sistema eléctrico para mejorar de manera significativa la seguridad, atención y comodidad a toda la población de estudiantes, además de ampliar la vida útil de los equipos y maquinarias existentes en los laboratorios con un sistema más estable y confiable.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar un nuevo sistema de distribución eléctrica en media y baja tensión para la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” cumpliendo con las normativas vigentes del sistema eléctrico Ecuatoriano y garantizando el suministro de energía eléctrica a las futuras cargas a instalarse, por medio del simulador de carga ETAP.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Mejorar la calidad del servicio en la Unidad Educativa tal como lo especifica el Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo#4, el cual se basa en fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.
- Brindar seguridad a la población estudiantil de la comunidad salesiana que alberga a 2.000 estudiantes menores de edad, los cuales representan a la población vulnerable según el Artículo#35 de la vigente Constitución del Ecuador.
- Levantar los planos eléctricos y arquitectónicos de las instalaciones actuales de la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín”.
- Identificar los problemas que presentan las instalaciones eléctricas de los circuitos de cada una de las áreas tanto de media como baja tensión.
- Desarrollar un rediseño que permita el mejoramiento de las instalaciones y las adecuaciones necesarias para suplir la nueva demanda, cumpliendo con las normas de seguridad, comodidad y estética correspondientes, considerando la carga instalada para la ampliación que se propone realizar.
- Presupuestar los materiales, accesorios y mano de obra (servicio de instalación y montaje) para el diseño del sistema eléctrico propuesto.

- Realizar las simulaciones respectivas en el software ETAP que permita certificar y validar los resultados del diseño propuesto en el sistema de distribución eléctrico en media y baja tensión.

#### 1.4 Justificación

Debido a que el actual sistema eléctrico se encuentra en parte desmantelado y no abastece las nuevas cargas proyectadas, se considera realizar un rediseño total del sistema eléctrico, y de esta manera proveer los requerimientos técnicos necesarios para que las nuevas cargas funcionen de manera óptima y segura.

Este rediseño eléctrico será desarrollado considerando un estándar único, cumpliendo con normativas eléctricas internacionales y especificaciones requeridas tanto por el Código Eléctrico Nacional, bajo la supervisión de un simulador de carga en el software ETAP, el cual permitirá obtener resultados reales del nuevo sistema eléctrico con sus respectivas cargas, capacidades y alimentadores. Datos que serán de suma importancia para las futuras ampliaciones eléctricas en las diferentes áreas que posee la institución.

**“Tener un buen diseño eléctrico es de vital importancia ya que es imprescindible proporcionar seguridad eléctrica tanto para el personal estudiantil y de mantenimiento, como para los equipos existentes en los laboratorios y en las áreas administrativas, además de mejorar la calidad en la educación de los estudiantes teniendo a la mano tecnología de punta (sistema de audiovisuales), lo cual facilita su aprendizaje y su desempeño académico”.**

#### 1.5 Hipótesis

Evaluar las condiciones del sistema eléctrico, identificando cada una de las falencias existentes mediante un levantamiento integral en las instalaciones de la unidad educativa, para emitir un diagnóstico de la situación actual y proponer soluciones que garanticen la seguridad y calidad en el servicio de educación en los diferentes niveles.

#### 1.6 Metodología

Los métodos a utilizar para realizar el rediseño serán los siguientes:

- Investigación de Campo Experimental.



- Investigación Proyectal.

### 1.6.1 Investigación de Campo Experimental

Esta actividad es realizada en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Consiste en estudiar la situación actual del sistema, reconociendo cada una de las etapas y partes que lo conforman. A más de esto identificar las falencias en el mismo.

### 1.6.2 Investigación Proyectal.

Esta actividad propone soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta. En esta categoría entran los proyectos factibles y todas las que conllevan el diseño o creación de algo.

El término proyectal está referido a proyecto en cuanto a propuesta; dentro de sus métodos esta la perspectiva, la cual implica ir en la planificación de la propuesta desde el presente hacia el futuro.

## 1.7 Técnicas

### 1.7.1 Observación

El documento se encuentra estructurado en base a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, los mismos se encuentran respaldados por textos guía de referencia, los cuales se han citado mayormente al momento de redactar los conceptos básicos apegados a los principios de la electricidad.

En lo que se refiere a normativas y disposiciones técnicas se ha utilizado los textos normativos que rigen el sistema eléctrico ecuatoriano, con los cuales se harán las acotaciones que en cada caso se requiera. Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM) y en el sistema eléctrico internacional mediante el National Electrical Code (NEC).

### 1.7.2 Levantamiento

La recolección de datos eléctricos será realizado por medio de un comprobador de voltaje (multímetro), el cual servirá para tomar muestras y mediciones de cada circuito eléctrico, así

como un seguidor de línea para identificar circuitos derivados, las mediciones arquitectónicas de cada área de la institución será mediante el uso de instrumentos de longitud y superficie para realizar los nuevos planos digitales.

Se establecerá un banco de fotografías que dará respaldo a la información levantada en cada panel y las anomalías encontradas en las diferentes áreas.

## 1.8 Descripción de la propuesta

### 1.8.1 Rediseño arquitectónico

La propuesta arquitectónica consiste en diseñar la nueva redistribución de los espacios, debido a que existen áreas grandes y áreas pequeñas, las cuales no justifican el espacio a utilizarse. En estos casos se ha considerado realizar las respectivas mejoras, redistribuyendo los espacios físicos y agrupándolos por bloques para la optimización de los mismos.

A continuación se detallan las adecuaciones eléctricas a realizarse:

El área de comidas por motivos de accesibilidad se cambiará del primer piso a la planta baja en el denominado “Bloque Sur” utilizando un área equivalente a 300m<sup>2</sup> de la cancha de arcilla.

Remodelación de las baterías sanitarias existentes y construcción de nuevas en los diferentes lugares estratégicos de la Unidad Educativa Domingo Comín, considerando las mismas para personas con discapacidad.

Los laboratorios en su mayoría se reubicaran en los Bloques Central - Sur de la planta baja y bloque Sur del primer piso, y de esta forma darle paso a las áreas administrativas que serán re-ubicadas en planta baja del Bloque Central – Sur, permitiendo optimizarlas y ofrecer un mejor servicio administrativo y docente.

El auditorio actual que se encuentra ubicado en el Bloque Central del segundo piso presenta un considerable deterioro físico tanto en su interior como en las estructuras que se encuentran fuera de este, por tal motivo será reubicado en el Bloque Central - Norte del primer piso donde actualmente se encuentra la biblioteca y el área de comida, ampliando su espacio físico.

La biblioteca y el área de comidas serán reubicadas en el Bloque Sur de la planta baja, siendo el espacio designado para estas áreas más amplio al actual, esto permitirá brindar un mejor servicio y ofrecer mejores comodidades a los estudiantes y docentes.

Con el motivo de optimizar la utilización de los espacios en el hall que se encuentra ubicado actualmente en el Bloque Central del primer piso, se construirá una pequeña capilla para pequeñas ceremonias o momentos de oración de las personas que forman parte de la comunidad Salesiana, mediante la fundición de una losa de hormigón.

### 1.8.2 Rediseño eléctrico

La propuesta eléctrica consiste en realizar un nuevo diseño del sistema eléctrico, y de esta forma suplir las nuevas necesidades de la demanda a instalarse, además de conseguir la autonomía eléctrica de la institución ya que en la actualidad depende la energía eléctrica proporcionada por el Edificio B donde funciona la Universidad Politécnica Salesiana.

A continuación se detallan las adecuaciones eléctricas a realizarse:

El cuarto de transformadores actual será rediseñado de tal manera que cumpla las normas eléctricas estipuladas tanto el NEC como el NATSIM y además con las exigencias de construcción y seguridad vigentes tanto del Cuerpo de Bomberos como del Municipio de la ciudad de Guayaquil. Además se diseñará el sistema eléctrico de una nueva celda de medición y una celda seccionadora en media tensión para las respectivas maniobras de mantenimiento.

Actualmente el cuarto de transformación cuenta con un banco de transformadores trifásicos de 75 KVA los cuales no abastecen la demanda eléctrica actual del sistema de climatización del Salón de usos múltiples, laboratorios de cómputo y el área de preescolar, motivo por el cual se realizará los estudios respectivo que permitan dimensionar el nuevo transformador con la finalidad de obtener un solo cuarto de transformación a nivel institucional que pueda suplir la demanda proyectada con su respectiva reserva para adecuaciones o ampliaciones en el futuro.

El nuevo sistema eléctrico será diseñado para dotar de climatización a todas las áreas de la Unidad Educativa, tanto las áreas de docencia (aulas y laboratorios) como las áreas

administrativas, además de equipar las aulas de clases con sistemas de audiovisuales (proyector y audio) para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

### 1.8.3 Implementación simulador ETAP

La implementación del simulador de carga en el software ETAP complementará y supervisará que los datos obtenidos teóricamente tanto de las protecciones como los calibres de conductores sean los adecuados a utilizarse para la distribución del sistema eléctrico de los circuitos propuestos para la Unidad Educativa.

### 1.9 Beneficiarios

Los beneficiarios serán toda la población estudiantil, tanto de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín como de la Universidad Politécnica Salesiana, así como también el personal docente y administrativo de las dos instituciones que desempeñara sus labores diarias en las instalaciones remodeladas y acondicionadas tecnológicamente.

### 1.10 Impacto

Las adecuaciones realizadas en la infraestructura de las aulas, equipamiento de laboratorios y áreas de servicios se verán reflejados en el desempeño académico de la población estudiantil, teniendo a la mano tecnología de punta y mobiliario de primera, lo cual facilita su aprendizaje como futuros profesionales al servicio de la ciudad y el país.

## **CAPITULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Conceptos básicos de electricidad para instalaciones civiles**

##### **2.1.1 Acometida**

Es un conjunto de conductores y equipos utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución de media y baja tensión del distribuidor hasta las instalaciones del consumidor. (Natsim, Normas electricas, 2012)

##### **2.1.1.1 Acometida aérea**

Son los conductores encargados de suministrar electricidad y que se encuentran situados a la intemperie por encima del nivel del suelo a una altura mínima de 3 metros.

##### **2.1.1.2 Acometida subterránea**

Son los conductores encargados de suministrar electricidad y que se encuentran situados por debajo del suelo mediante ductos en su mayoría tipo PVC o TDP (enterradas).

##### **2.1.1.3 Acometida monofásica**

Es aquella que arranca desde la red del distribuidor con un conductor activo y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema. (Natsim, Normas electricas, 2012)

##### **2.1.1.4 Acometida bifásica**

Es aquella que arranca desde la red del distribuidor con dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

##### **2.1.1.5 Acometida trifásica**

Es aquella que arranca desde la red del distribuidor con tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema. (Natsim, Normas electricas, 2012)

### 2.1.2 Ampacidad

Es la corriente máxima en amperios que un conductor puede transportar constantemente sin sufrir calentamiento ni daños en su composición.

### 2.1.3 Barras de cobre y aluminio

Las barras tanto de cobre como de aluminio son conductores eléctricos utilizados en los tableros para distribuir la corriente eléctrica de una manera eficiente hacia los paneles de distribución o a las cargas finales.

### 2.1.4 Cajas de paso

Las cajas de paso cumplen la función de facilitar la instalación, ramificación y el paso de cables o conductores.

### 2.1.5 Carga

Es la potencia eléctrica que consume un equipo o instalación para su correcto funcionamiento.

#### 2.1.5.1 Carga resistiva

Son aquellas en las que la electricidad produce calor, por ejemplo lámparas incandescentes, horno eléctrico y plancha eléctrica. Su consumo se mide en Watts [w]

#### 2.1.5.2 Carga inductiva

Son aquellas en las que el consumo se produce principalmente sobre una bobina, por ejemplo los motores eléctricos (motobomba, refrigerador, extractor de jugos). Su consumo se mide en VA (Voltio Amperios).

#### 2.1.5.3 Carga capacitiva

Son aquellas cargas que almacenan energía eléctrica, por ejemplo los condensadores, frigoríficos y equipos de climatización. Su consumo se mide en VA (Voltio Amperios).

### 2.1.6 Circuito eléctrico

Es el camino a través del cual se desplaza la energía eléctrica, es una combinación de elementos conectados entre sí, de tal modo que proporcionan una trayectoria cerrada y continua para la circulación de una corriente eléctrica.

### 2.1.7 Circuito derivado

Se define como un conjunto de conductores que se derivan o parten del centro de carga ya sea panel o tablero de distribución, desde los últimos dispositivos de protección hasta las cargas finales.

#### 2.1.7.1 Circuito derivado de uso general.

Es un circuito derivado que suministra corriente eléctrica a varias cargas, las cuales pueden ser de 15, 20, 30, 40 y 50 Amperios. Cuando las cargas individuales son mayores de 50 amperios se debe suministrar la energía eléctrica como circuitos derivados individuales. (Harper, 1998)

#### 2.1.7.2 Circuito derivado individual

Es un circuito derivado que suministra corriente eléctrica a un solo equipo de utilización como un aparato o un motor, que debido a su consumo eléctrico requerirá de alimentación individual.

### 2.1.8 Conductor eléctrico

Es un material que permite la circulación de electricidad. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma.

A diferencia de lo que mucha gente cree, el oro es levemente peor conductor que el cobre; sin embargo, se utiliza en bornes de baterías y conectores eléctricos debido a su durabilidad y “resistencia” a la corrosión. (Giordano, 2014)

### 2.1.9 Consumidor

Es una persona natural o jurídica que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el distribuidor. (Natsim, Normas electricas, 2012)

### 2.1.10 Consumo

Es la cantidad de energía eléctrica que se utiliza durante un período de tiempo determinado y se mide en Kilovatio-hora (Kwh).

### 2.1.11 Cortocircuito

Es una conexión entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad elevada en comparación con la corriente que soporta los componentes del circuito eléctrico.

### 2.1.12 Corriente eléctrica

Recibe el nombre de corriente eléctrica el desplazamiento de electrones sobre un cuerpo conductor. Todos los cuerpos tienden a quedar en estado eléctricamente neutro; así, si se disponen en contacto dos cuerpos, uno cargado con exceso de electrones y otro con defecto, se establecerá entre ellos un intercambio de electrones hasta que sean iguales eléctricamente. El sentido convencional de la corriente eléctrica es el contrario al del movimiento de los electrones, esto es, de + a -. (PRIETO, 2014)

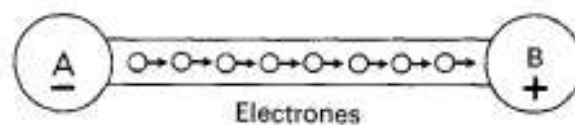


Figura 2.1 Desplazamiento de electrones

Fuente: [http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/TECNOLOGIA\\_ELECTRICA0001.pdf](http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/TECNOLOGIA_ELECTRICA0001.pdf)

La unidad de medida de la corriente eléctrica es el amperio (A).

Existen dos tipos de corrientes eléctricas:

- Corriente Alterna.
- Corriente Continua.



### 2.1.12.1 Corriente alterna

Este tipo de corriente es producida por los alternadores y es la que se genera en las centrales eléctricas. La corriente alterna es aquel tipo de corriente eléctrica que se caracteriza porque la magnitud y la dirección presentan una variación de tipo cíclico y gracias a esta forma de oscilación la corriente alterna logra distribuir o transportar la energía eléctrica a grandes distancias de manera eficiente. (PRIETO, 2014)

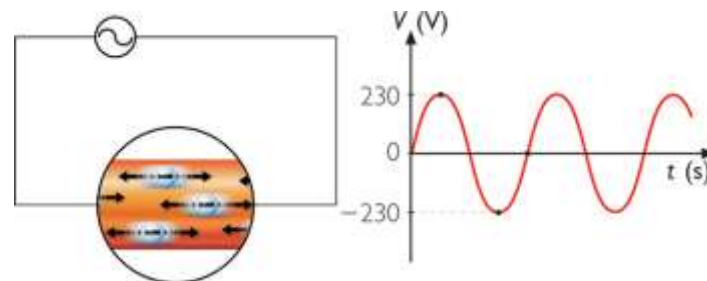


Figura 2.2 Corriente alterna (AC)

Fuente: <http://profesorcoloma.blogspot.com/2011/07/la-energia-electrica.html>

### 2.1.12.2 Corriente continua

En la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección y mantiene siempre la misma polaridad. Este tipo de corriente la encontramos en pilas baterías y en casi todos los dispositivos electrónicos que internamente contengan una placa de circuito impreso. (PRIETO, 2014)

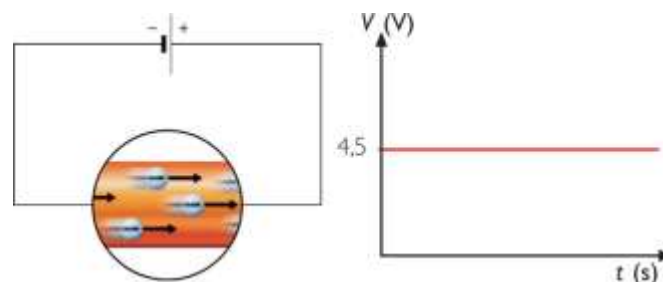


Figura 2.3 Corriente continua (DC)

Fuente: <http://profesorcoloma.blogspot.com/2011/07/la-energia-electrica.html>

### 2.1.13 Distribuidor

Es la empresa eléctrica encargada de proporcionar el suministro de electricidad a los consumidores. En nuestra área de concesión el servicio es facilitado por la Eléctrica de Guayaquil EP.

#### 2.1.14 Demanda

Es la cantidad de energía eléctrica que se necesita en un lapso de tiempo determinado y se mide en Kilovatios (Kw).

#### 2.1.15 Ducto o Tubería

Es un sistema de tubería que se utiliza para el alojamiento de conductores que transportan la corriente eléctrica de un punto a otro y para protección del contacto severo, la humedad, y los químicos. El conducto eléctrico puede estar hecho de metal, plástico (PVC) o fibra, los más utilizados en nuestro medio son tuberías rígidas, PVC y TDP.

Las tuberías metálicas rígidas son utilizadas en ambientes secos, las tuberías PVC son utilizadas en ambientes húmedos y las tuberías tipo TDP son utilizadas para las instalaciones subterráneas debido a la corrosión.

#### 2.1.16 Panel de Distribución

El panel de distribución o conocido también como centro de carga, es el lugar en donde se dividen todos los circuitos de una instalación eléctrica. Es utilizado para proteger y distribuir (a través de disyuntores) todos los conductores que alimentan los diferentes circuitos de la residencia, comercio o industria.

#### 2.1.17 Potencia eléctrica

La potencia se puede definir como la velocidad con que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene.

La medición de potencia en corriente alterna es más complicada que la de corriente continua debido al efecto de los inductores y capacitores. Por lo que en cualquier circuito de corriente alterna existen estos tres parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia en una variedad de combinaciones. <sup>(Coloma)</sup>

En circuitos puramente resistivos la tensión (V) está en fase con la corriente (I), siendo algunos de estos artefactos como lámparas incandescentes, planchas, cocinas eléctricas etc. Toda la energía la transforma en lumínica o energía calorífica.

Mientras que en un circuito inductivo o capacitivo la tensión y la corriente están desfasadas 90° una respecto a la otra, en un circuito puramente inductivo la corriente está atrasada 90° respecto a la tensión y en un circuito puramente capacitivo la corriente va adelantada 90° respecto a la tensión.

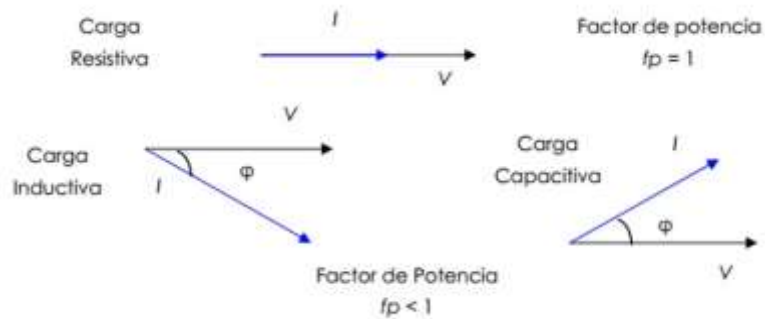


Figura 2.4 Representación vectorial para cargas; resistiva, inductiva y capacitiva.  
Fuente: <http://profesorcoloma.blogspot.com/2011/07/la-energia-electrica.html>

Existen tres tipos de potencia:

- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente

#### 2.1.17.1 Potencia activa

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten energía eléctrica en otras formas de energía como: mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras.

Esta energía corresponde a la energía útil o potencia activa o simplemente potencia, similar a la consumida por una resistencia, expresada en watts.

Potencia Activa en Sistema Monofásico

$$P = V * I * \cos \varphi$$

Potencia Activa en Sistema Trifásico

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi$$

#### 2.1.17.2 Potencia reactiva

Los motores, transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, requieren potencia activa para efectuar un trabajo útil,

mientras que la potencia reactiva es utilizado para la generación del campo magnético, almacenaje de campo eléctrico que en sí, no produce ningún trabajo.

La potencia reactiva está 90° desfasada de la potencia activa. Esta potencia es expresada en volts-ampere reactivos (VAR).

Potencia Reactiva en Sistema Monofásico

$$Q = V * I * \text{Sen } \varphi$$

Potencia Reactiva en Sistema Trifásico

$$Q = \sqrt{3} * V * I * \text{Sen } \varphi$$

### 2.1.17.3 Potencia aparente

Es la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva. Esta potencia es expresada en volts-ampere (VA).

$$S = V * I = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle^{-1} * \text{Sen } \varphi$$

### 2.1.18 Protecciones eléctricas

Son dispositivos eléctricos utilizados para interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños al conductor eléctrico y a los equipos eléctricos y/o electrónicos instalados.

#### 2.1.18.1 Disyuntor

Un disyuntor, interruptor magnético o breaker impide el paso de la corriente eléctrica automáticamente en el caso de una sobrecarga en la intensidad de corriente o cortocircuito en la instalación eléctrica. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya ocasionado su disparo o desactivación automática.

#### 2.1.18.2 Fusible

Estos dispositivos interrumpen un circuito eléctrico debido a que una sobrecorriente quema un filamento conductor ubicado en su interior, por lo que deben ser reemplazados después de cada actuación para poder reestablecer el circuito. Los fusibles se emplean como protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

### 2.1.19 Red de distribución de energía eléctrica

La red de distribución es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario o consumidor.

### 2.1.20 Reversible

Es el dispositivo mecánico que instalado al inicio de las tuberías en su parte aérea impide el ingreso de agua al interior de las mismas. (Natsim, Normas electricas, 2012)

### 2.1.21 Sobrecorriente

Es cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal indicado en el dispositivo de protección, en el equipo eléctrico o en la capacidad de conducción de corriente de un conductor.

### 2.1.22 Sobrecarga

Es el exceso de cargas conectadas a un circuito eléctrico, en otras palabras, es cuando la potencia que se requiere para todas las cargas es mayor que las que el circuito es capaz de suministrar.

### 2.1.23 Tablero de distribución

El tablero eléctrico es una caja o gabinete en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, comando, medición, protección, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

### 2.1.24 Tensión o diferencia de potencial

La tensión o diferencia de potencial conocido también como voltaje, se define como el impulso que necesita una carga eléctrica para que la corriente eléctrica pueda fluir por el conductor de un circuito eléctrico. También se define como una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

El símbolo con el cual es representado el voltaje o tensión eléctrica es (V), que representa a la unidad de medida que es el voltio o volt.

### 2.1.25 Toma de corriente

Es un aparato eléctrico del que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización.

### 2.1.26 Transformador

Un transformador es un dispositivo que cambia potencia eléctrica alterna de un nivel de voltaje a potencia eléctrica alterna a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. (Chapman, 1997)

## 2.2 Red de distribución eléctrica en media tensión

La red de distribución en media tensión del sistema eléctrico Ecuatoriano empieza desde las subestaciones, las cuales son encargadas de transformar el voltaje de 69KV proveniente de la red de transmisión a 13.8KV para luego ser distribuidas a los consumidores finales, tales como industrial, comercial y residencial.

En la red de distribución en media tensión, el consumidor industrial y comercial posee su propio cuarto de transformación debido a su elevada demanda y también para poder trabajar a los voltajes requeridos por cada industria.

### 2.2.1 Protección de transformadores en media tensión

Los transformadores de media tensión deberán contar con el equipo necesario para su protección y seccionamiento en el lado primario, con el fin de evitar riesgos innecesarios ya que los equipos eléctricos deben ser manipulados en carga o en vacío, tanto para mantenimiento como para reparación. Estos equipos de protección serán suministrados por el Consumidor, previa aprobación del Distribuidor.

La caja fusible dependerá de la corriente del transformador y estará colocada en cada una de las fases de alimentación. Si la red de distribución es aérea, la caja fusible se instalará en el poste de arranque y si la red es subterránea, el alimentador arrancará desde una bóveda con fusibles tipo NX ubicado en el centro de Carga del Distribuidor. (NEC, 1996)



Figura 2.5 Caja fusible  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)



Figura 2.6 Fusible tipo NX  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

### 2.2.2 Acometida en media tensión

La acometida en media tensión nace de una subestación a 13.8 KV de línea a línea, estas pueden ser aéreas o subterráneas y su función es brindar energía eléctrica a los transformadores.

Si se trata de una acometida particular, ésta llegará directamente al predio del consumidor final, el cual tendrá su propio transformador. Otro posible caso es que la acometida llegue a un transformador de distribución público, el cual brindará energía eléctrica a varios usuarios.

En los dos casos antes mencionados la acometida debería contar con las protecciones necesarias como son pararrayos, cajas fusibles y fusibles.

En casos especiales la acometida puede nacer aérea y convertirse en subterránea, descendiendo por un ducto rígido, llegando a cajas de paso por donde ingresan los conductores y finalizan en un centro de transformación llamado **“cuarto de transformadores”**.

### 2.2.3 Ductos y cajas de paso en media tensión

#### 2.2.3.1 Ductos en media tensión

La tubería para el ingreso de la acometida estará ubicado del lado del poste de distribución lo más cercano al inmueble con el respectivo reversible, dicha acometida entrará sin ninguna derivación, desde el exterior del inmueble directamente al medidor, al tablero general de medidores o al cuarto de transformación. (Natsim, Normas electricas, 2012)

La canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería rígida, aprobada para el uso eléctrico con un diámetro mínimo de 3” para sistemas monofásicos, y de 4” para sistemas trifásicos. (Natsim, Normas eléctricas, 2012)

#### 2.2.3.2 Cajas de paso en media tensión

Las cajas de paso se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de hierro negro de 3/8” espaciadas 15cm. en ambos sentidos de acuerdo a su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones de la caja no podrán ser menores a 80x80x80cm. (Natsim, Normas eléctricas, 2012)

En las áreas no regeneradas se encuentran construidas con tapas cuadradas de hormigón y en las áreas de regeneración urbana con tapas redondas metálicas.

#### 2.2.4 Cuarto de transformación

El cuarto de transformación, es el lugar en donde se reduce la tensión suministrada por la empresa eléctrica desde la sub-estación más cercana y de esta forma proveer de energía eléctrica a las cargas finales.

La terna de conductores de media tensión 13.8KV provenientes de la sub-estación, es llevada hacia el cuarto de transformación en donde es reducida a baja tensión 120v – 240v por medio de un transformador trifásico o por un banco de transformadores monofásicos.

El cuarto de transformación contará con los siguientes los requerimientos, ubicación y características constructivas:

##### 2.2.4.1 Requerimientos

Si la demanda total de cualquier inmueble excede de los 30KW se deberá construir un cuarto destinado para alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores.

El cuarto de transformación deberá ser de uso exclusivo para personal autorizado, deberá poseer iluminación apropiada y contar con su respectiva señalización.



#### 2.2.4.2 Ubicación

El cuarto de transformación deberá ser ubicado en la planta baja, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública, de tal manera que no haya inconvenientes para realizar inspecciones, mantenimientos o reparaciones de emergencia a los transformadores.

#### 2.2.4.3 Características constructivas

El cuarto de transformación deberá ser construido con paredes de hormigón, columnas de hormigón armado y losa de hormigón con altura mínima de 2,5 metros. Sobre el piso se deberá construir una base de hormigón de por lo menos 10cm. de espesor, diseñada para soportar el peso de los transformadores y de esta manera evitar corrosión en la base de ellos.

Tabla 2.1 Características constructivas del cuarto de transformación.

<b>DIMENSIONES CUARTO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>CAPACIDAD TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>
2.0 x 2.0 m	hasta 75 KVA 1 Transformador Monofásico
2.0 x 2.5 m	hasta 100 KVA 1 Transformador Monofásico
3.0 x 2.5 m	hasta 150 KVA Banco de 2 o 3 Transformadores
4.0 x 3.0 m	hasta 300 KVA Banco de 3 Transformadores
5.0 x 3.5 m	hasta 750 KVA Banco de 3 Transformadores
6.0 x 3.5 m	hasta 1000 KVA Banco de 3 Transformadores
<b>DIMENSIONES CUARTO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>CAPACIDAD TRANSFORMADOR TRIFÁSICO</b>
2.5 x 2.5 m	hasta 100 KVA 1 Transformador Trifásico
3.0 x 2.5 m	hasta 150 KVA 1 Transformador Trifásico

3.0 x 3.0 m	hasta 300 KVA 1 Transformador Trifásico
3.5 x 3.5 m	hasta 750 KVA 1 Transformador Trifásico
4.0 x 4.0 m	hasta 1000 KVA 1 Transformador Trifásico

Fuente: NATSIM 2012, pág. 38, 39

### 2.2.5 Celda de medición / Transformadores de instrumento o medición

Los transformadores de instrumento o medición son los que se emplean para alimentar circuitos que poseen instrumentos de medición y/o de protección. El uso de esos transformadores se hacen necesario en las redes de alta tensión / baja tensión, en donde los aparatos de medida y los relés de protección no pueden soportar ni elevadas tensiones ni elevadas corrientes, por tal motivo se hace indispensable reducir los valores de voltaje y de corriente a cantidades admisibles para los instrumentos, ya sea por razones de seguridad o por comodidad. Existen dos tipos de transformadores de instrumento o medición, los cuales son:

- Transformadores de corriente.
- Transformadores de potencial.

#### 2.2.5.1 Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente o también llamados “TC” utilizan el campo magnético de una corriente alterna a través de un circuito para inducir una corriente proporcional en un segundo circuito. Ésta corriente reducida es transmitida a los equipos de medición y control, de esta manera poder visualizar la lectura correspondiente en los dispositivos electrónicos.

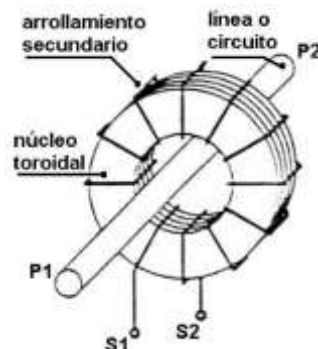


Figura 2.7 Transformador de corriente

Fuente: <http://gama.fime.uanl.mx/~omez/pro/SE/5.pdf>

La relación de transformación de los TC son las siguientes:

Tabla 2.2 Relación de transformación de los “TC”

<b>RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN CIRCUITOS DE 120v - 240v</b>	
<b>CAPACIDAD INSTALADA (KVA)</b>	<b>RELACIÓN DE LOS TC</b>
19 – 28	100 / 5
29 – 43	150 / 5
44 – 57	200 / 5
58 – 86	300 / 5
87 – 108	400 / 5
109 – 129	500 / 5
130 – 172	600 / 5
173 – 216	800 / 5
217 – 259	100 / 5
260 – 311	1200 / 5
312 – 438	1600 / 5

Fuente: <http://prezi.com/lyoytfxa9bti/transformadores-tc-y-tp/>

#### 2.2.5.2 Transformadores de potencial

Los transformadores de potencial son utilizados para transformar las altas tensiones en tensiones medibles, es decir están diseñados para suministrar la tensión adecuada a los instrumentos de medición y/ protección.



Figura 2.8 Transformador de potencial

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/ge-digital-energy/transformadores-medida-media-tension-servicio-exterior-50469-809821.html>

Los terminales primario del transformador se conectan donde se necesita medir, entre dos fases o entre fase – neutro y el secundario en paralelo con las bobinas de tensión de los instrumentos de medición y protección.

#### 2.2.6 Celda seccionadora

Es un interruptor tripolar con apertura mecánica para abrir circuitos en media tensión y realizar maniobras de reparación o mantenimiento en el transformador de distribución.

Es un dispositivo eléctrico-electrónico que se emplea para medir la energía eléctrica suministrada a cada usuario durante un tiempo determinado. La unidad de medida es el Vatio – Hora que es la energía consumida durante una hora.

##### 2.2.6.1 Contador de energía electromecánico

Su funcionamiento consiste en que las bobinas de tensión e intensidad generan un flujo magnético debido al paso de la corriente que alimenta a la carga. Éste flujo magnético genera en el disco unas corrientes que a su vez genera un flujo magnético produciendo que éste gire.

En el instante en que el disco empieza a girar, y para evitar que este se envale, existe un freno magnético que estabiliza su velocidad de rotación, de tal manera que la velocidad angular del disco sea proporcional a la carga. Las vueltas que da el disco, se transmiten al eje y éste a su vez las transmite a un sistema de engranes donde quedan registradas en el sistema del contador.



Figura 2.9 Contador de energía electromagnético  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

### 2.2.6.2 Contador de energía electrónico

En la actualidad se utiliza este tipo de contador se basa en el muestreo de la onda, tanto de tensión como de intensidad. Registran una cantidad determinada las cuales son procesadas en una tarjeta electrónica para calcular, almacenar y registrar los consumos en una pantalla digital.

Este tipo de contador se caracteriza porque sus lecturas digitales suelen ser empleados para lectura de medición remota.



Figura 2.10 Contador de energía electrónico  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

### 2.2.7 Transformador eléctrico

El transformador permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo su potencia. Está construido por un núcleo de material ferromagnético, el cual posee dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí, de tal forma que al paso de una corriente eléctrica por la primera bobina (llamada primaria) provoca una inducción magnética que implica necesariamente a la segunda bobina (llama secundaria). Éste principio físico se lo conoce como “transferencia de potencia”.

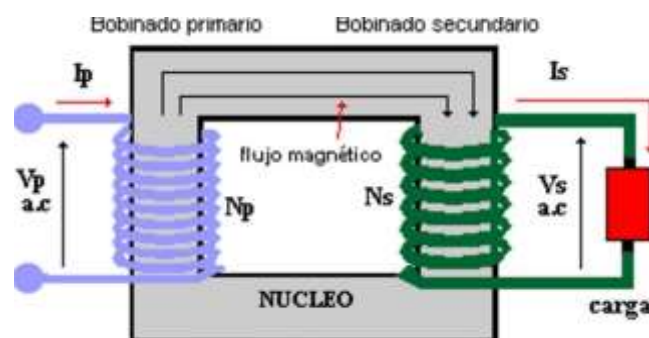


Figura 2.11 Modelo básico del transformador  
Fuente: Instalaciones y Máquinas Eléctricas, Amalia Luque Sendra

En donde;

$V_p$  a.c = Voltaje Alterno Primario

$V_s$  a.c = Voltaje Alterno Secundario

$I_p$  = Corriente Primaria

$I_s$  = Corriente Secundaria

$N_p$  = Bobinado Primario

$N_s$  = Bobinado Secundario

Núcleo = Láminas rectangulares de acero laminado

Carga = Equipo o sistema al cual se le alimenta de energía eléctrica alterna

#### 2.2.7.1 Principio del funcionamiento

La bobina "primaria" recibe una tensión alterna que hará circular, por ella, una corriente alterna. Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro. Como el bobinado "secundario" está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste. Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del "secundario" se generará por el alambre del secundario una tensión.

La razón de la transformación de tensión entre el bobinado "PRIMARIO" y el "SECUNDARIO" depende del número de vueltas que tenga cada uno.

La relación de transformación es de la forma

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{T_p}{T_s},$$

donde  $N_p$ ,  $N_s$  son el número de espiras y  $T_p$  y  $T_s$  son las tensiones del primario y del secundario respectivamente.

Entonces:  $V_s = V_p \cdot \frac{N_s}{N_p}$

Un transformador puede ser elevador o reductor, dependiendo del número de espiras de cada bobinado.

#### 2.2.7.2 Tipos de transformadores

Existen diversos tipos de transformadores, varía según su potencia, capacidad, uso o aplicación. A continuación se menciona los más comunes:

- Transformadores de potencia.
- Transformadores de distribución.
- Transformadores de control. (TC) y (TP)

#### 2.2.7.3 Transformador de potencia

Los transformadores de potencia generalmente están instalados en las centrales de generación y en las subestaciones.

*En las centrales de generación* para sub-transmisión y transmisión de energía eléctrica en alta tensión, efectuando la tarea de elevar los niveles de voltaje de la energía generada a magnitudes de voltajes superiores, con el objetivo de transportar la energía eléctrica en las líneas de transmisión.

*En las subestaciones* para la distribución de la energía eléctrica en media tensión, efectuando la tarea intermediadora entre las grandes centrales de generación y los usuarios domiciliarios o industriales; que consiste en reducir los altos niveles de voltaje (con el cual es transmitida la energía) a magnitudes de voltajes inferiores, que permiten derivar circuitos a los usuarios en media o baja tensión.

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES:**

1. Se construyen en potencias normalizadas desde 1.25 hasta 20MVA
2. Tensiones de 13.2, 33, 66 y 132KV
3. Frecuencias de 50 y 60 HZ.

#### 2.2.7.4 Transformador de distribución

Se denomina transformador de distribución, generalmente a los transformadores de potencias iguales o inferiores a 500KVA y de tensiones iguales o inferiores de a 34500V, tanto monofásicos como trifásicos. <sup>(Prentice)</sup>

Son utilizados para convertir la energía eléctrica de media tensión a baja tensión en redes de distribución, principalmente en zonas urbanas, industrias, minerías, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales, etc. Están contruidos para ser utilizados al intemperie o interior.

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES:**

1. Se fabrican desde 25 hasta 1000KVA
2. Tensiones de 13.2, 15, 25, 33 y 35KV
3. Frecuencia 60 HZ.

Los tipos de transformadores de distribución pueden ser monofásicos o trifásicos dependiendo del modo de uso, clima y los más utilizados son:

- Convencional
- Autoprotegido
- Padmounted

##### 2.2.7.4.1 Convencional

El transformador convencional es diseñado y construido sin integrársele internamente ningún medio de protección para que se desconecte el transformador de la red en caso de cortocircuito, contra el efecto de las descargas atmosféricas, etc., por lo tanto los pararrayos y protecciones contra sobre-tensión y sobre-carga deben ser montados de forma adicional y en la parte exterior de la unidad durante el proceso de montaje.

Los transformadores convencionales son los recomendados en las conexiones de bancos de 2 o 3 unidades para servicio trifásico. Pueden tener uno o dos bushings, dependiendo al modo de trabajo, es decir individual o en banco.



Existen cuatro tipo de problemas que pueden afectar al transformador mientras se encuentra en funcionamiento, siendo estos los siguientes:

- Sobre-carga
- Cortocircuito en la red de distribución secundaria
- Falla interna
- Sobre-voltaje

Para evitar que las causas anteriores puedan dañar al transformador, se les instalan los siguientes elementos de protección:

***Fusible de Baja Tensión.-*** Normalmente son tipo CUCHILLA y actúan cuando existe sobrecarga o cortocircuito en las redes de distribución secundarias. Se las dimensionan en base a las curvas térmicas del transformador.

***Porta fusibles de Alto Voltaje.-*** Son usados comúnmente con tiras fusibles de expulsión, las cuales son dimensionadas para ser fundidas en caso de fallas en las bobinas del transformador.

***Protectores de Sobre-tensión.-*** Tipo válvula y comúnmente son llamados PARARRAYOS. Su función es limitar que las ondas de sobre-tensión lleguen hacia el equipo, descargando hacia tierra la mayor parte de la energía propia de la onda.

#### 2.2.7.4.2 Autoprotegido

El transformador autoprotegido tiene incorporado desde su etapa de diseño y fabricación elementos de protección contra sobretensiones, sobrecargas y elementos para aislarlo de la red en caso de fallas. Estos transformadores están equipados con los siguientes elementos protección: pararrayo, interruptores automáticos (breakers), luz de señalización preventiva, mecanismo de regulación del interruptor automático y fusible en el interior del tanque.

***El pararrayo.-*** protege al transformador de picos de voltajes que se generan por medio de descargas atmosféricas que caen sobre las líneas de distribución o por a la apertura y cierre de las líneas interconectadas.

**El breaker o interruptor térmico.-** protege al transformador de cortocircuitos en baja tensión y también de sobrecargas excesivas y/o prolongadas, impidiendo que se sobrepase el nivel máximo de temperatura permitido por el fabricante. Todo esto con el fin de prolongar la vida útil del transformador.

**El cortocircuito (breaker).-** es utilizado para activar la luz de emergencia ubicada en el tanque del transformador. Cuando la temperatura del transformador se aproxima a la temperatura de apertura del interruptor, éste activa el mecanismo para que encienda la luz de emergencia, el cual indica que una sobrecarga peligrosa ha ocurrido.

**El fusible.-** protege al transformador de alguna falla interna que se produzca en él, de tal manera que el transformador defectuoso se desconecte de forma instantánea de la línea de alta tensión.

#### 2.2.7.4.3 Padmounted

Los transformadores padmounted son proyectados para ser instalados en lugares visibles con acceso público, se los utiliza en instalaciones de distribución de energía eléctrica residencial, comercial e industrial donde los aspectos de seguridad, confiabilidad y estética son necesarios.

Se caracterizan porque su parte activa se encuentra encerrada en un gabinete metálico tipo “frente muerto”, además que va montado sobre una base hormigón armado con facilidad para la entrada y salida de los conductores.



Figura 2.12 Transformador padmounted  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

Tiene como principal característica la compactación, o sea, la parte activa, protecciones integradas y pasa tapas son dispuestos de tal manera que su apariencia externa se asemeja a una mini-subestación, propia para instalaciones al tiempo o subterráneas. (Reyes)

Los cables de distribución, conectores, pasa tapas y otras partes energizadas del transformador quedan protegidas contra vandalismo o contactos accidentales de personas o animales, de esa forma el acceso queda limitado solamente a personas autorizadas. (Reyes)

#### 2.2.8 Sistema de puesta a tierra

Los sistemas de conexión a tierra son parte indispensable de las instalaciones eléctricas, sean éstas de potencia, comunicaciones, medición o instrumentación.

Los sistemas de conexión a tierra pueden ser tan simples como una barra enterrada verticalmente, un conductor desnudo enterrado horizontalmente, o complejos y extensos formados por mallas hecha de conductores horizontales algunas veces combinada con la inserción de barras verticales.

Uno de los factores que determinan la complejidad de un SCT es la resistividad del terreno, su estructura geológica superficial y el máximo valor de resistencia a tierra permitido.

#### 2.2.9 Generador de emergencia (equipo electrógeno)

El generador es una máquina eléctrica rotativa capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos llamados polos, terminales o bornes, transformando la energía mecánica en energía eléctrica. Esto se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura denominada estator. Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, entonces se generará una fuerza electromotriz llamada F.E.M.

Ésta transformación se logra gracias a la ley de Faraday (inducción electromagnética), quien descubrió que cuando varía el flujo magnético que atraviesa una espira metálica, en ésta se pone a circular una corriente.

Un generador es un aparato que realiza el proceso inverso del motor eléctrico, el cual transforma la energía eléctrica en mecánica.

## 2.3 Instalaciones civiles en baja tensión

### 2.3.1 Tableros de distribución

Los tableros de distribución constituyen una parte inherente a toda la red eléctrica y se fabrican para conducir desde algunos pocos amperios hasta el orden de 4000Amp, así como para soportar los niveles de corriente de cortocircuito y los niveles de tensión de la red eléctrica. En su interior cuenta con equipos eléctricos que a su vez contienen: barras de distribución, elementos de protección, elementos de señalización, elementos de comando y eventualmente, instrumentos de medida.

#### 2.3.1.1 Características constructivas

Son de estructura tipo modular, fabricadas con planchas de fierro de hasta 3mm pintadas al horno con pintura electrostática, conocida también como pintura en polvo. Este tipo de pintura proporciona un mejor acabado estético que la pintura líquida, además la cobertura curada al calor es más duradera que una superficie pintada tradicionalmente, y está mejor preparada para resistir cambios de clima, corrosión, y manchas de químicos o solventes.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

Los tableros de distribución deben estar debidamente rotulados por el fabricante con:

- El nombre del fabricante o la marca comercial
- La tensión nominal
- La corriente nominal
- El número de fases

#### 2.3.1.2 Tipos de tableros eléctricos

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en tableros de distribución principal y en tableros de distribución secundaria.

- **Tableros de Distribución Principal (TDP):** Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal. Ver fotografía 2.1
- **Tableros de Distribución Secundaria (TDS):** Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores. Ver fotografía 2.2



Fotografía 2.1 Tablero distribución principal  
Fuente: Los Autores



Fotografía 2.2 Tablero distribución secundaria  
Fuente: Los Autores

### 2.3.2 Composición de los tableros de distribución

#### 2.3.2.1 Barras de cobre para sistemas de distribución

Los sistemas de barras se utilizan ampliamente en la distribución de corriente eléctrica. Las barras permiten la organización eficaz y transparente de la distribución de energía eléctrica dentro del tablero eléctrico.



Figura 2.13 Barras de cobre para sistemas de distribución

Fuente: <http://www.teknomega.es/departamento-paneles/barras-cobre-y-aluminio>, recuperado 08-08-2014

Cuando se diseña un sistema de distribución con barras, se deben tener en cuenta unos parámetros mecánicos y eléctricos, como, por ejemplo:

Parámetros Eléctricos: intensidad de corriente a transportar según la sección eléctrica, número de conductores y la caída de tensión.

Parámetros Mecánicos: sección y número de las barras según su resistencia mecánica y los tamaños del cuadro eléctrico. (Teknomega)

Tabla 2.3 Capacidad de barras rectangulares de cobre COOPERWELD para armarios eléctricos, de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A)

ANCHO X ESPESOR (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	PESO (kg/m)	CAPACIDAD DE CORRIENTE ALTERNA 60HZ (Amperios)			
			BARRAS			
			PINTADA		DESNUDA	
			1	2	1	2
12 x 2	23.5	0.209	123	202	108	182
15 x 2	29.5	0.262	148	240	128	212
15 x 3	44.5	0.396	187	316	162	282
20 x 2	39.5	0.351	189	302	162	264
20 x 3	59.5	0.529	237	394	204	348
20 x 5	99.1	0.882	319	560	274	500

20 x 10	199	1.77	497	924	427	825
25 x 3	74.5	0.663	287	470	245	412
25 x 5	124	1.11	384	662	327	586
30 x 3	89.5	0.796	337	544	285	476
30 x 5	149	1.33	447	760	379	672
30 x 10	299	2.66	676	1200	573	1060
40 x 3	119	1.06	435	692	366	600
40 x 5	199	1.77	573	952	482	836
40 x 10	399	3.55	850	1470	715	1290
50 x 5	249	2.22	697	1140	583	994
50 x 10	499	4.44	1020	1720	852	1510
60 x 5	299	2.66	826	1330	688	1150
60 x 10	599	5.33	1180	1960	985	1720
80 x 5	399	3.55	1070	1680	885	1450
80 x 10	799	7.11	1500	2410	1240	2110
100 x 5	499	4.44	1300	2010	1080	1730
100 x 10	999	8.89	1810	2850	1490	2480
120 x 10	1200	10.7	2110	3280	1740	2860
160 x 10	1600	14.2	2700	4130	2220	3590
200 x 10	2000	17.8	3290	4970	2690	4310

Fuente: <http://cipermi.com/Capacidad%20de%20Barras%20-%20CIPERMI.pdf>

### 2.3.2.2 Protecciones en tableros de distribución

Todo tablero de distribución principal o secundario, en el cual dependan más de seis alimentadores deberán llevar un interruptor general o protecciones generales que permitan operar sobre toda la instalación en forma simultánea.

Las protecciones eléctricas en los tableros de distribución dependerán de la carga instalada, comúnmente en los tableros de distribución principal se utilizan interruptores termomagnéticos tipo caja moldeada, mientras que en los tableros de distribución secundaria se utilizan los interruptores termomagnéticos tipo riel din.



Figura 2.14 Disyuntor tipo caja moldeada  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)



Figura 2.15 Disyuntor tipo riel din  
Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

### 2.3.3 Paneles de distribución

El panel de distribución tiene como finalidad distribuir, controlar y proteger todos los circuitos derivados o secundarios que hayan sido instalados, a través de disyuntores.

**Distribuir:** en el momento en que se diseña la instalación existen varios circuitos independientes. Por ejemplo, un circuito de iluminación o alumbrado, circuitos para tomacorrientes de uso general y circuitos para tomacorrientes de uso específico (aire acondicionado o calentador de agua).

**Controlar:** si se desea interrumpir cualquier circuito para mantenimiento o para verificación, por medio del disyuntor se puede poner en OFF el circuito específico o toda la instalación eléctrica.

**Proteger:** los disyuntores o breakers, interruptores y fusibles se encargan de proteger cada circuito de fallas eléctricas que se presenten en la instalación, tales como sobrecarga, cortocircuito o falla a tierra.

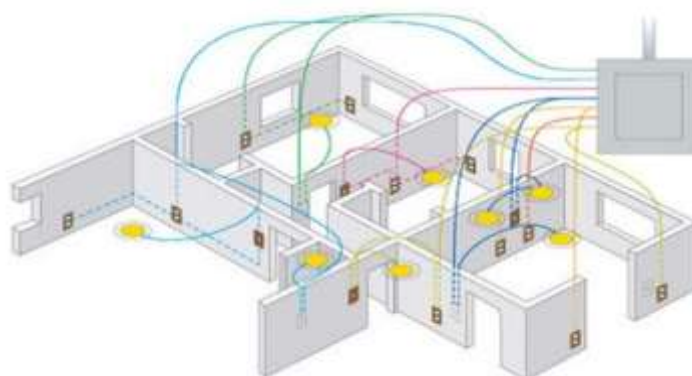


Figura 2.16 Funcionamiento del panel de distribución  
Fuente: [http://faradayos.blogspot.com/2013/05/panel-caja-breakers-partes-funcion.html#.U-K6f\\_ldX70](http://faradayos.blogspot.com/2013/05/panel-caja-breakers-partes-funcion.html#.U-K6f_ldX70)



### 2.3.3.1 Protecciones en paneles de distribución

Las protecciones eléctricas que se utilizan son los disyuntores termomagnéticos tipo enchufable, los cuales son diseñados exclusivamente en los centros de carga o paneles de distribución.



Figura 2.17 Disyuntor termomagnético tipo enchufable

Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

### 2.3.3.2 Conductor eléctrico

La función básica del conductor es transportar energía eléctrica en forma segura y confiable desde la fuente de potencia a las diferentes cargas finales. Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos). La plata también es un buen conductor, pero no es tan bueno como el cobre, y debido a su precio elevado no se usa con tanta frecuencia. También se puede usar el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas aéreas como en la transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión.

#### 2.3.3.2.1 Composición del conductor eléctrico

Las partes de un conductor eléctrico son las siguientes:

- Alma o elemento conductor.
- Aislante.
- Cubierta protectora.

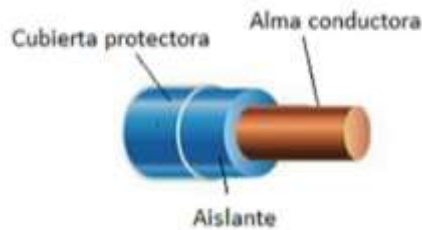


Figura 2.18 Partes del conductor eléctrico

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html#.U5PwEvlDX00>

### 1.- Alma o elemento conductor.

Es la parte que lleva toda la corriente de consumo y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica para alimentar a las cargas.

Los materiales comúnmente más utilizados son el cobre y el aluminio. De la forma cómo se encuentra constituida se clasifica en alambre o cable.

- **Alambre:** Es el conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor.



Figura 2.19 Conductor eléctrico - Alambre

Fuente: [http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)

- **Cable:** Es el conductor eléctrico cuya alma protectora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que otorga mayor flexibilidad.



Figura 2.20 Conductor eléctrico - Cable

Fuente: [http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)

### 2.- Aislante

El aislante es el material que separa el alma conductora del exterior y su objetivo es evitar que la energía eléctrica que circula por el conductor no entre en contacto con las personas o con objetos como ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de la instalación. La aislación también se la realiza con el fin de evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los aislantes que se utilizan para la fabricación de conductores eléctricos son los polímeros termoplásticos y de hule.

### 3.- Cubierta protectora

El revestimiento o cubierta protectora no todos lo traen y el objetivo fundamental es de proteger el material aislante y el arma conductora contra daños físicos y químicos. Se construye generalmente de nylon, esto varía según el ambiente al que se va a utilizar.

#### 2.3.3.2.2 Clasificación de conductores de acuerdo a sus condiciones de empleo

La selección de un conductor debe de hacerse considerando una capacidad suficiente para el transporte de energía y para soportar corrientes de cortocircuito, así como una adecuada resistencia mecánica y un comportamiento apropiado a las condiciones ambientales en las cuales operará.

Tabla 2.4 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo.

<b>TIPO</b>	<b>TEMP. MÁX.</b>	<b>MATERIAL AISLANTE</b>	<b>CUBIERTA EXTERIOR</b>	<b>UTILIZACIÓN</b>
T	60	Termoplástico Retardante de flama	Ninguna	Lugares con ambiente seco.
TW	60	Termoplástico Resistente a la humedad Retardante de flama	Ninguna	Lugares con ambiente seco y húmedo.
THW	75	Termoplástico Resistente al calor Resistente a la humedad Retardante de flama	Ninguna	Lugares con ambiente seco y húmedo
THHN	90	Termoplástico Resistente al calor Retardante de flama	Nylon o equivalente	Lugares con ambiente secos o húmedos, en donde se manipulen lubricantes y combustibles. Apto para instalaciones por ductos difíciles.
THWN	75	Termoplástico Resistente al calor Resistente a la humedad Retardante de flama	Nylon o equivalente	Lugares con ambiente secos o húmedos, en donde se manipulen lubricantes y combustibles. Apto para instalaciones por ductos difíciles.

TTU	75	Termoplástico Resistente al calor Resistente a la humedad Retardante de flama	PVC	Ambiente húmedo u corrosivo sobrepuesto en canaletas, instalaciones subterráneas en ductos, directamente bajo tierra, en agua y a la interperie sin exponerse a los rayos solares
USE	90	Resistente al calor Resistente a la humedad	Latex	Acometidas subterráneas como alimentador o circuitos derivados subterráneos.
R	60	Hule Retardante de flama	Ninguna	Lugares con ambiente seco.
RW	60	Hule Resistente a la humedad Retardante de flama	Ninguna	Lugares con ambiente seco y húmedo.
RH	75	Hule Resistente al calor	Resistente a la humedad Retardante de flama No metálica	En interiores con ambiente seco, colocaciones dentro de tubos embutidos o sobrepuestos.
RHH	90	Hule Resistente al calor	Resistente a la humedad Retardante de flama No metálica	En interiores con ambiente seco, colocaciones dentro de tubos embutidos o sobrepuestos.
RHW	75	Hule Resistente al calor Resistente a la humedad	Resistente a la humedad Retardante de flama No metálica	En interiores con ambiente seco y húmedo.

Fuente: Los Autores

### 2.3.3.2.3 Clasificación de conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A)

La transmisión de energía eléctrica en forma confiable, segura y eficiente dependen de una correcta selección del calibre del conductor. Se designan usando el sistema norteamericano de calibres usada por la American Wire Gauge (AWG), el cual proporciona un método para la medición del diámetro del mismo, también conocido como calibre del cable.

Los calibres del cable dan una idea del diámetro de ellos, los cuales cuanto más alto es el número del calibre del conductor, más delgado es su diámetro.

Tabla 2.5 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A)

<b>TEMP. MÁXIMA</b>	<b>60°C</b>	<b>75°C</b>	<b>90°C</b>	<b>60°C</b>	<b>75°C</b>	<b>90°C</b>
<b>TIPOS</b>	<b>TW UF</b>	<b>RHW,THHW THW,THWN XHHW,USE ZW,TTU</b>	<b>RHH THHN XHHW</b>	<b>TW UF</b>	<b>RHW,THHW THW,THWN XHHW,USE</b>	<b>RHH THHN XHHW</b>
<b>CALIBRE AWG</b>	<b>COBRE CAPACIDAD MÁXIMA</b>			<b>ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE CAPACIDAD MÁXIMA</b>		
18	-----	-----	14	-----	-----	-----
16	-----	-----	18	-----	-----	-----
14	20	20	25	-----	-----	-----
12	25	25	30	20	20	25
10	30	35	40	25	30	35
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
3	85	100	110	65	75	85
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350

Fuente: MATSIM 2012, pág. 51

#### 2.3.4 Ductos para acometidas en baja tensión

Como norma general, la sección total de los conductores, incluida la aislación no podrá ser superior al 40% de la sección interior del conducto o tubería.

Los ductos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios, los materiales más utilizados para su fabricación son PVC-TDP-EMT y RÍGIDOS según el lugar donde vayan a instalarse.

Tabla 2.6 Diámetro de conductos según la sección y número de los conductores

CALIBRE CONDUCTOR	DIÁMETRO DE CONDUCTOS						
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
AWG							
14	4	6	10	18	25	41	58
12	3	5	8	15	21	34	50
10	1	4	7	13	17	29	41
8	1	3	4	7	10	17	25
6	1	1	3	4	6	10	15
4	1	1	1	3	5	8	12
2	-	1	1	3	3	6	9
1/0	-	-	1	1	2	4	6
2/0	-	-	1	1	1	3	5
3/0	-	-	1	1	1	3	4

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/7483963/Tablas-Ductos>

### 2.3.5 Circuito derivado de alumbrado

Se consideran circuitos de alumbrado a las cargas resistivas provenientes de las luminarias y tomando en cuenta que las normas técnicas sólo permiten el uso de 15 o 20 amperios, se procederá a obtener el número de luminarias a colocarse por cada circuito:

Número de circuitos = Potencia total en Watts / Potencia del punto eléctrico en Watts

Tomando en cuenta que los disyuntores operan al 80% de la capacidad nominal, es decir si el disyuntor es de 1P – 20Amp. operará cuando el circuito tenga una corriente máxima de 16Amp, entonces la potencia máxima para un circuito de alumbrado con  $V = 120v$ , será  $P = V * I$ , donde  $P = 1920w$

En los circuitos de alumbrados, el número de puntos eléctricos a colocarse será determinado dividiendo la potencia máxima que soporta el disyuntor sobre la potencia que consumirá cada luminaria  $1920w / 100w$ , esto nos da como resultado 19 luminarias que se podrían colocar en un circuito.

Para diseño eléctrico se considera 14 puntos eléctricos de alumbrado para luminarias de 100w, dejando como reserva 5 puntos eléctricos.

### 2.3.6 Circuito derivado de tomacorrientes

Se consideran circuitos de tomacorrientes a las cargas que serán conectadas en la instalación eléctrica, pudiendo ser estas cargas por ejemplo, televisor, radio, computadora, proyector, etc. Los circuitos derivados se realizan a través de los cálculos que se detalla a continuación:

Los tomacorrientes normales o sencillos están proyectados para una potencia estimada de 150w y diseñados para circuitos eléctricos de tomacorrientes en circuitos de uso general. Como se consideró anteriormente para un disyuntor de 1P – 20Amp. la potencia máxima que soporta es de 1920w, entonces el número de puntos eléctricos a colocarse se determinará dividiendo la potencia máxima que soporta el disyuntor sobre la potencia que proporciona el tomacorriente normal  $1920w / 150w$ , lo cual nos da como resultado 12 puntos eléctricos para tomacorrientes. Para diseño eléctrico se considera 7 puntos eléctricos de tomacorrientes dejando como reserva 5 puntos eléctricos.

### 2.3.7 Circuito derivado especial

Se consideran circuitos especiales a todas aquellas cargas inductivas y capacitivas que debido a su alto consumo pueden afectar a otros circuitos derivados, por tal motivo deben ser colocados de forma individual, tales equipos son: equipos de climatización, motores, tableros de trabajo, maquinas soldadoras, etc.

En el caso tomaremos como ejemplo la refrigeradora, cuya potencia de consumo es 800w, con cual se obtiene una corriente de 8,3A. Como en su interior está compuesto por un motor, se considera una corriente de arranque lo cual es tres veces mayor que la corriente nominal, en este caso es de 24A. Esto nos indica que el dimensionamiento del disyuntor no debe ser menor a la corriente de arranque.

Para el dimensionamiento del disyuntor se considera un factor multiplicador el cual es 1,25 para cargas que producen poco campo magnético y 1,5 para que producen mayor campo, multiplicado por la corriente nominal. Para nuestro caso, usaremos el multiplicador  $1,25 * 8,3A$ . nos da como resultado 10,3A. Tomando en cuenta nuestra corriente de arranque se considera una protección de 1P – 30A.

## CAPÍTULO III

### 3 GENERALIDADES

#### 3.1 Reseña histórica de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín

La Comunidad Salesiana de la ciudad de Guayaquil, conociendo la importancia universal y social del problema de la niñez y juventud, con sus situaciones de dificultad: pobreza, trabajo infantil, falta de educación y de formación cristiana; en 1928 inicia su compromiso de servicio a los niños de ambientes populares de las zonas más pobres y marginadas en el llamado Barrio Cuba, en ese entonces conocido como Camal.

Empezó con una escuela de madera en la parte lateral-sur de la Basílica de María Auxiliadora, con el nombre de Don Bosco y con tres profesores. Integrada como escuela completa, en 1950 la Dirección Provincial de Educación del Guayas se toma a cargo y nombra como su Director al P. Guido Camilotto, quien no pudo posesionarse por su debilitada salud.

Posteriormente, sucedieron como directores, los Padres Salesianos Dante Semproni, Carlos Tosso, entre otros.

Quien definirá la identidad y el desarrollo histórico de la institución será el Benemérito Dante Semproni, quien realiza la compra del terreno en el lugar que se gestó lo que es la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín”, con su oferta educativa a favor de las clases menos favorecidas de los diferentes barrios marginales de la ciudad de Guayaquil.

Luego de grandes dificultades, el P. Dante Semproni, obtiene al frente de María Auxiliadora un terrero más extenso, con la colaboración económica de la ciudadanía, pues de la guía telefónica consiguió las nóminas de personas pudientes a quienes les hacía llegar un sobre y su solicitud para lo cual tuvo respuesta generosa, además de la colaboración de los Padres de Familia con un saco de cemento con los que comenzó a construir lo que hoy constituye el Domingo Comín.

Mediante el acuerdo No.60 del 23 de mayo de 1952 la Dirección de Educación, autoriza al P. Dr. Cayetano Tarruel para que pueda seguir funcionando bajo su dirección la Escuela Particular de niños anexa No. 2 “Escuela Popular Don Bosco”.



Mediante acuerdos posteriores se va incrementado el funcionamiento de los demás cursos hasta el Tercero de Bachillerato, gracias al esfuerzo del P. Dante Semproni.

En 1972 el Ministerio de Educación autoriza el cambio de nombre de Don Bosco a “Domingo Comín”.

Mediante acuerdo No. 62 del 15 de junio de 1980, se autoriza el cambio de autoridad, siendo su Director el P. Remigio Herrera Morales.

En 1988 comenzó a funcionar el Bachillerato en Ciencias, Físico-Matemáticas y Química-Biológicas (Acuerdo No. 046), continuó su transformación a cargo del P. Celso Pontón.

El cambio más profundo se dio en 1992 con el P. Bolívar Jaramillo Azanza, gran propulsor del Bachillerato Técnico, con el apoyo del Gobierno Nacional y de la Cámara de la Pequeña Industria, con su Presidenta Joyce Higgins de Ginatta.

Mediante el acuerdo No. 0087, del 1º. De Febrero de 1994, se autoriza el Bachillerato Técnico Industrial, Especialidad Electrónica. Posteriormente se incrementa la especialidad Electro-Mecánica.

El P. Bolívar Jaramillo Azanza, buscando siempre la excelencia, mejoró laboratorios, logística y desde abril del 2000 estableció la coeducación con autorización ministerial.

El 13 de noviembre del 2008, mediante acuerdo No. 211 de la Subsecretaría Regional de Educación, autoriza el cambio de denominación como Unidad Educativa Salesiana Fisco-Misional Domingo Comín, en la formación de Bachiller Técnico Industrial, en las Especializaciones de Electrónica Industrial, Electrónica Computacional y Sistemas Eléctricos

El 31 de mayo del 2011, mediante acuerdo No. 127 se concede la prórroga al Proyecto denominado Aplicación del Paradigma Pedagógico Salesiano en la formación del Bachiller Técnico Industrial, en las especializaciones “Electrónica Industrial”, “Electrónica Computacional” y “Sistemas Eléctricos”, en los años lectivos que se detalla a continuación:

2011-2012 Primer Año Propedéutico

2012-2013 Segundo Año de Especialización

2013-2014 Tercero Año de Especialización

En la actualidad estamos aplicando el nuevo Proyecto del Bachillerato General Unificado y Bachillerato Técnico con las Figuras Profesionales de “Electrónica de Consumo” e “Instalaciones, Equipos y Máquinas Eléctricas”. (Comín, [domingocomin.edu.ec](http://domingocomin.edu.ec))

### 3.2 Misión

La formación integral de los niños, niñas y jóvenes al estilo del Sistema Preventivo de Don Bosco que consiste en educar evangelizando y evangelizar educando, con el fin de formar "Buenos Cristianos y Honrados Ciudadanos". (Comín, [domingocomin.edu.ec](http://domingocomin.edu.ec))



Fotografía 3.1 Misión Salesiana

Fuente: <http://www.domingocomin.edu.ec/index.php/institucion/mision>

### 3.3 Visión

Ser una institución salesiana que educa integralmente, recrea la cultura y la tecnología en un ambiente familiar, que fomenta la organización juvenil y prepara para el ejercicio de la ciudadanía, inspirados en el carisma de Don Bosco y el mensaje del Evangelio. (Comín, [domingocomin.edu.ec](http://domingocomin.edu.ec))



Fotografía 3.2 Visión Salesiana

Fuente: <http://www.domingocomin.edu.ec/index.php/institucion/vision>

### 3.4 Servicios y gestión administrativa.

La Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” es un centro estudiantil debidamente constituido, cuyo objetivo social en la actualidad es educar a niños y adolescentes en diversas especialidades. En su estructura organizacional cuenta con las siguientes áreas:

#### 3.4.1 Áreas administrativas

La Unidad Educativa cuenta con una organización funcional en diferentes áreas administrativas, que tienen como fin administrar y manejar de la manera más adecuada los recursos en la institución. La principal función de estas áreas es llevar a cabo la planificación estratégica (misión, visión, objetivos y técnicas) para conseguir las metas propuestas.

Esta sección cuenta con 8 departamentos, los cuales se detallan a continuación:

- Rectorado
- Secretaría General
- Financiero
- DOBE (Departamento de Orientación y Bienestar Estudiantil)
- Mantenimiento y apoyo
- Pastoral
- Informática
- Comunicación Institucional



Fotografía 3.3 Departamento Rectorado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 3.4 Departamento DOBE

Fuente: Los Autores

### 3.4.2 Áreas académicas

Las áreas académicas o de docencia, comprenden los departamentos de Vicerrectorado, Inspección, Aulas, Laboratorios y Biblioteca.

#### 3.4.2.1 Vicerrectorado e inspección

Son los departamentos que se encargan de vigilar y hacer cumplir las normas establecidas de la institución. La Unidad Educativa cuenta con 5 departamentos distribuidos en las secciones de básica y bachillerato.



Fotografía 3.5 Área Académica - Vicerrectorado

Fuente: Los Autores

#### 3.4.2.2 Aulas

Existen alrededor de 46 aulas habilitadas en donde se imparten las respectivas clases a los estudiantes de preparatoria, educación básica y bachillerato.



Fotografía 3.6 Área Académica - Aula de Clases  
Fuente: Los Autores

### 3.4.2.3 Laboratorios

En la actualidad, la Unidad Educativa cuenta con especialidades como Electrónica Industrial, Electrónica Computacional y Sistemas Eléctricos. Así mismo cuenta con sus respectivos laboratorios, lugar en donde el estudiante complementa la teoría aprendida en las aulas con la práctica.

Ésta área se agrupa de la siguiente manera:

Laboratorios de Computación:

- Laboratorio de Cómputo#1
- Laboratorio de Cómputo#2
- Laboratorio de Cómputo#3
- Laboratorio de Cómputo#4
- Laboratorio de Cómputo#5



Fotografía 3.7 Área Académica - Laboratorio Cómputo #2  
Fuente: Los Autores

### Laboratorios Electrónicos:

- Laboratorio de Electrónica Analógica
- Laboratorio de Electrónica Digital
- Laboratorio de Hardware
- Laboratorio de Lógica Combinatoria
- Laboratorio de Microprocesadores



Fotografía 3.8 Área Académica - Laboratorio de Electrónica Digital  
Fuente: Los Autores

### Laboratorios Eléctricos:

- Laboratorio de Medidas Eléctricas #1
- Laboratorio de Medidas Eléctricas #2
- Laboratorio de Automatización Industrial
- Laboratorio de Química
- Laboratorio de Instalaciones industriales CDC
- Laboratorio de instalaciones industriales UPS



Fotografía 3.9 Área Académica - Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS  
Fuente: Los Autores

#### 3.4.2.4 Biblioteca

La biblioteca es un espacio educativo y lugar de aprendizaje que alberga una colección organizada y centralizada de materiales informáticos que proporcionan múltiples servicios de información para el proceso pedagógico del estudiante. Además constituye un lugar favorable al estudio, a la investigación, al descubrimiento, a la autoformación y a la lectura.



Fotografía 3.10 Área Académica - Biblioteca  
Fuente: Los Autores

#### 3.4.3 Áreas de Servicios

##### 3.4.3.1 Auditorio

El auditorio es un espacio usado principalmente para las actividades religiosas y de encuentro juvenil, en donde se desarrollan actividades de retiro y convivencia espiritual, las cuales son organizadas por el departamento de pastoral en coordinación con los docentes.



Fotografía 3.11 Auditorio  
Fuente: Los Autores

### 3.4.3.2 Salón de uso múltiple

El salón de uso múltiple como su nombre mismo lo indica es para diferentes actividad, entre ellas: culturales, sociales y académicas que se realizan a lo largo del año lectivo.

Las actividades más destacadas son; teatro, ceremonias de graduación, festividad de navidad y fin de año.



Fotografía 3.12 Salón de uso múltiple  
Fuente: Los Autores

### 3.4.3.3 Baterías sanitarias

La Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín cuenta con 5 baterías sanitarias en total, 3 para caballeros y 2 de señoritas ubicados estratégicamente en las diferentes plantas de la institución.



Fotografía 3.13 Baños para hombres  
Fuente: Los Autores



Fotografía 3.14 Baños para mujeres  
Fuente: Los Autores



#### 3.4.3.4 Área de comidas

Para la alimentación del personal tanto administrativo, académico como estudiantes en general, la institución cuenta con comedores y áreas de cocina en la cual se preparan los alimentos con escalas apropiadas, siendo preparados de manera aséptica.



Fotografía 3.15 Área de comidas  
Fuente: Los Autores

#### 3.4.3.5 Áreas deportivas

Estos espacios físicos son para la recreación y esparcimiento de los estudiantes, alumnos de escuela, colegio y bachillerato. En la actualidad existen tres canchas pequeñas de hormigón para usos múltiples (fútbol y básquet), una cancha de arcilla para fútbol y dos canchas de voleibol.



Fotografía 3.16 Canchas de cemento  
Fuente: Los Autores



Fotografía 3.17 Cancha de tierra  
Fuente: Los Autores

## CAPITULO IV

### 4 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA DOMINGO COMÍN

#### 4.1 Sistema de distribución eléctrica en media tensión

La red de distribución primaria que suministra de energía eléctrica a la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín proviene del alimentador “El Oro” el cual consta de tres alimentadores calibre # 336 ACSR que a su vez nace de la subestación El Astillero ubicada en las calles Eloy Alfaro entre Av. Portete de Tarqui y Gral. Gómez de la ciudad de Guayaquil.

La Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín en la actualidad cuenta con un banco de transformadores que no abastece en su totalidad a la demanda que posee la institución, por este motivo se complementa con la energía eléctrica que le suministra el cuarto de transformación perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana ubicado en la calle Chambers 205 y callejón Laura Vicuña.

En los puntos siguientes se describen los componentes tanto de la alimentación principal de la Unidad Educativa Domingo Comín, como los de la alimentación complementaria brindada por la Universidad Politécnica Salesiana.

##### 4.1.1 Acometidas eléctricas en media tensión

La acometida de la Unidad Educativa Domingo Comín se encuentra en la parte frontal de la institución, dicha acometida nace del poste P070715 de tipo aérea y pasa a ser subterránea previo al ingreso al cuarto de transformación (**ver fotografía 4.1 y 4.2**), la cual está conformada por los elementos que se detallan a continuación en su orden respectivo.

La acometida consta de 3 conductores calibre No. 2 tipo XLPE de 15KV más un neutro desnudo de calibre No. 2, 3F#2 XLPE + N#2, la cual baja en el poste P070715 por medio de una tubería metálica de 3” con reversible llegando hasta una caja de hormigón con dimensiones de 80x80x80 cm. con tapa metálica redonda (Véase **fotografía 4.3**). Luego por medio de ductos subterráneos PVC de 3” se dirige hacia una segunda caja de paso subterránea para después ingresar al cuarto de transformadores de la institución, mediante una tubería metálica de 4” rígida.



Fotografía 4.1 Acometida Principal 13.8 KV Empresa Eléctrica Guayaquil E.P.  
Fuente: Los Autores



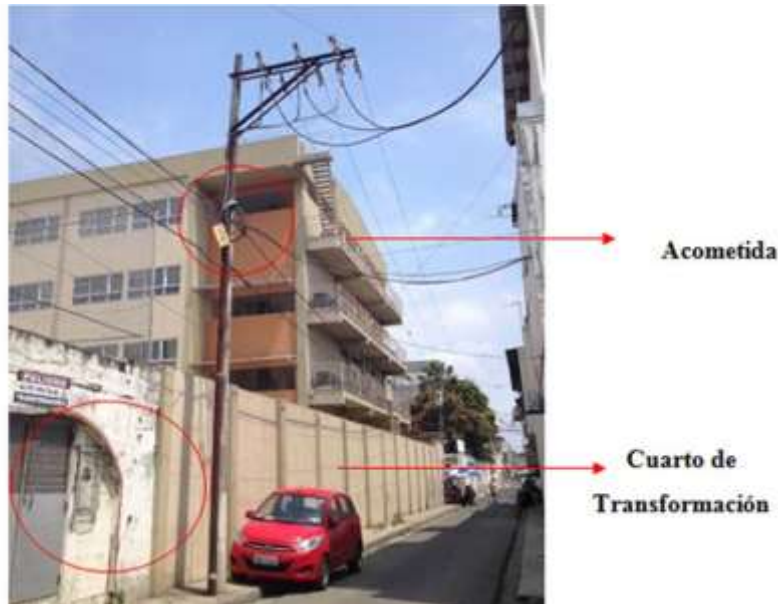
Fotografía 4.2 Acometida Aérea  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.3 Acometida Subterránea  
Fuente: Los Autores

La acometida de la Universidad Politécnica Salesiana se encuentra ubicada en la calle Chambers 205 y callejón Laura Vicuña, en la parte posterior del bloque B del centro de educación superior, dicha acometida nace del poste P070715 de tipo aérea y pasa a ser subterránea previo al ingreso al cuarto de transformación (**ver fotografía 4.4**), la cual está conformada por los elementos que se detallan a continuación:

- Una terna calibre # 2 tipo XLPE de 15KV mas neutro desnudo calibre #2
- 6 Puntas terminales
- 3 Cajas fusibles 10 A- 15KV
- 1 Reversible
- Tubería rígida de 4"
- 1 caja de paso de hormigón con medidas (80x80x80) cm



Fotografía 4.4 Acometida complementaria UPS  
Fuente: Los Autores

### **Observaciones en las acometidas de media tensión**

- Las cajas de paso que transportan la acometida perteneciente a la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín tienen agua en su interior. (Ver fotografía 4.3)
- La acometida perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana no cuenta con pararrayos de distribución, motivo por el cual el sistema se encuentra desprotegido.

## 4.2 Cuartos de transformación

### 4.2.1 Cuarto de transformación Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín (UESDC)

El cuarto de transformación de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín está construido con paredes de mampostería y columnas de hormigón armado. Las dimensiones del cuarto de transformación son: 284x438x246 cm. de alto, ancho y profundidad, posee una compuerta de entrada de 212x102 cm. de alto y ancho construida con plancha metálica de 1/16" de espesor con abatimiento hacia afuera cumpliendo con la norma NEC 450.43.



Fotografía 4.5 Cuarto de transformación  
Fuente: Los Autores

#### 4.2.1.1 Banco de transformadores

En el interior del cuarto de transformación de la Unidad Educativa Domingo Comín encontramos tres transformadores monofásicos marca Ecuatran de 75 KVA en conexión Estrella-Estrella (Y-Y) formando un banco trifásico, en la actualidad este banco abastece de energía eléctrica al 75% de la carga instalada. En el lado de baja del banco de transformadores se encuentra instalada una acometida constituida por seis cables de cobre calibre # 4/0 para las fases y dos cables calibre #4/0 para el neutro  $3F\#2x4/0 + N\#2x4/0$ , la cual alimenta las barras del tablero de distribución principal TDP-1.




Fotografía 4.6 Banco de transformadores trifásicos de 75KVA  
Fuente: Los Autores

A continuación se detalla los datos de placa de los tres transformadores que conforman el banco trifásico perteneciente a la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín:

Tabla 4.1 Datos de placa del transformador de distribución#1


<b><u>TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA</u></b>			
<b>MARCA</b>	ECUATRAN		
<b>PROCEDENCIA</b>	GUAYAQUIL - ECUADOR		
<b>SERIE</b>	4177695		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	1995		
<b>VOLTAJE PRIMARIO</b>	7620/13200 Y	<b>VOLTAJE SECUNDARIO</b>	120-240 V
<b>CORRIENTE PRIMARIA</b>	9.842 A	<b>CORRIENTE SECUNDARIA</b>	625/312.5 A
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	75 KVA		
<b>CLASE DE AISLAMIENTO</b>	OA		
<b>FRECUENCIA</b>	60HZ		
<b>CONEXIÓN</b>	ADIT		
<b>TEMP. CALENTAMIENTO</b>	65°C		
<b>Z%</b>	1.5		
<b>PESO TOTAL</b>	450Kg		



Fuente: Los Autores


Tabla 4.2 Datos de placa del transformador de distribución#2

<b><u>TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA</u></b>			
<b>MARCA</b>	ECUATRAN		
<b>PROCEDENCIA</b>	GUAYAQUIL - ECUADOR		
<b>SERIE</b>	4177695		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	1995		
<b>VOLTAJE PRIMARIO</b>	7620/13200 Y	<b>VOLTAJE SECUNDARIO</b>	120-240 V
<b>CORRIENTE PRIMARIA</b>	9.842 A	<b>CORRIENTE SECUNDARIA</b>	625/312.5 A

<b>POTENCIA NOMINAL</b>	75 KVA	
<b>CLASE DE AISLAMIENTO</b>	OA	
<b>FRECUENCIA</b>	60HZ	
<b>CONEXIÓN</b>	ADIT	
<b>TEMP. CALENTAMIENTO</b>	65°C	
<b>Z%</b>	1.5	
<b>PESO TOTAL</b>	450Kg	

Fuente: Los Autores

Tabla 4.3 Datos de placa del transformador de distribución#3

<b><u>TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA</u></b>			
<b>MARCA</b>	ECUATRAN		
<b>PROCEDENCIA</b>	GUAYAQUIL - ECUADOR		
<b>SERIE</b>	4177695		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	1995		
<b>VOLTAJE PRIMARIO</b>	7620/13200 Y	<b>VOLTAJE SECUNDARIO</b>	120-240 V
<b>CORRIENTE PRIMARIA</b>	9.842 A	<b>CORRIENTE SECUNDARIA</b>	625/312.5 A
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	75 KVA		
<b>CLASE DE AISLAMIENTO</b>	OA		
<b>FRECUENCIA</b>	60HZ		
<b>CONEXIÓN</b>	ADIT		
<b>TEMP. CALENTAMIENTO</b>	65°C		
<b>Z%</b>	1.5		
<b>PESO TOTAL</b>	450Kg		

Fuente: Los Autores

#### 4.2.1.2 Sistemas de puesta a tierra

En el cuarto de transformación de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín encontramos dos varillas de puesta a tierra, una en media tensión para el banco de transformadores y la segunda para las barras de distribución en el lado de baja. La puesta a tierra en el lado de media tensión se encuentra formada por una varilla copperweld de 1/2" conectada por dos conductores de cobre desnudos calibre #12 que forman la conexión Estrella (Y-Y) en el Banco de Transformadores Monofásicos.



Fotografía 4.7 Puesta a tierra del banco de transformadores  
Fuente: Los Autores

El sistema de puesta a tierra en el lado de baja tensión está formado por una sola varilla copperweld de 1/2" conectado a la barra de neutro por un conductor calibre #2 THHN aislado ubicada debajo de las barras de distribución principales.



Fotografía 4.8 Puesta a tierra para Tableros de Distribución Secundaria  
Fuente: Los Autores



#### 4.2.1.3 Transformadores de corriente

Las instalaciones de la Unidad Educativa gozan de medición indirecta en baja tensión con suministro trifásico con tres transformadores de corriente TC tipo Toroide y con una relación de transformación de 800: 5.



Fotografía 4.9 Transformadores de corriente  
Fuente: Los Autores

El equipo cuenta con las siguientes características:

Tabla 4.4 Datos de placa del transformador de corriente

<b><u>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE</u></b>	
MARCA	GENERAL ELECTRIC
TIPO	JAK-0
TRANSFORMACIÓN	800 - 5 A

Fuente: Los Autores

#### 4.2.1.4 Contador de energía

El contador de energía instalado en la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín por la Empresa Eléctrica de Guayaquil es un Clase 20 colocado en el lado de baja del banco de transformadores, el mismo que no cumple con las normativas de ubicación establecidas por el NATSIM y presenta las siguientes características:



Fotografía 4.10 Contador de energía UEDC  
Fuente: Los Autores

Tabla 4.5 Datos de placa del contador de energía

<b><u>CONTADOR DE ENERGÍA</u></b>	
<b>MARCA</b>	<i>CENTROM</i>
<b>SERIAL</b>	<i>EZAV-1138914</i>
<b>TIPO</b>	<i>ELECTRÓNICO CP2SOA</i>
<b>CLASE</b>	<i>20</i>
<b>VOLTAJE</b>	<i>120 - 480 V</i>
<b>KH</b>	<i>1.8</i>
<b>FM</b>	<i>160</i>

Fuente: Los Autores

**Observaciones en el cuarto de transformación Unidad Educativa Domingo Comín.**

Las observaciones que se acotan a continuación se basan en las normativas y disposiciones dispuestas por el NATSIM.

Las dimensiones de largo y ancho no se cumplen, ya que para el cuarto existente las medidas mínimas requeridas son de (3x4) metros y las existentes son (2.46x3.08) metros respectivamente.

- El cuarto de transformación de la institución no cuenta con el ingreso adecuado como se indica en el (NATSIM página 37), ya que para acceder a este los técnicos de la empresa distribuidora de energía necesitan autorización, el acceso se realiza por la puerta principal de la Unidad Educativa y no desde la vía pública como lo indica la normativa.
- Las barras de distribución principales TDP-1 no deberían estar dentro del cuarto de transformación.

#### 4.2.2 Cuarto de transformación Universidad Politécnica Salesiana (UPS)

El cuarto de transformadores de la Universidad Politécnica Salesiana está construido con paredes de mampostería y columnas de hormigón armado. Las dimensiones del cuarto de transformación son: (300x385x380) cm. de alto, ancho y profundidad, posee una compuerta de entrada doble de 200 cm de altura construida con plancha metálica de 1/16” de espesor con abatimiento hacia afuera cumpliendo con la norma NEC 450.43



Fotografía4.11 Cuarto de transformación UPS  
Fuente: Los Autores

##### 4.2.2.1 Transformador trifásico

En el interior del cuarto de transformación del Edificio “B” donde funciona la Universidad Politécnica Salesiana encontramos un Transformador Trifásico marca Inatra de 500 KVA en conexión Delta-Estrella ( $\Delta$ -Y), en la actualidad este banco abastece de energía eléctrica al 100% de la carga instalada en el Edificio “B”, a más de esto energiza cuatro áreas puntuales en las instalaciones de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín.

Tabla 4.6 Datos de placa del transformador de distribución UPS

<b><i>TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICA</i></b>			
<b>MARCA</b>	INATRA	<b>PROCEDENCIA</b>	GUAYAQUIL - ECUADOR
<b>SERIE</b>	80618893	<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	1995
<b>VOLTAJE PRIMARIO</b>	13200 Y	<b>VOLTAJE SECUNDARIO</b>	208 V
<b>CORRIENTE PRIMARIA</b>	21.87 A	<b>CORRIENTE SECUNDARIA</b>	1388 A

<b>POTENCIA NOMINAL</b>	500 KVA					
<b>CLASE DE AISLAMIENTO</b>	OA					
<b>FRECUENCIA</b>	60 HZ					
<b>ACEITE</b>	MINERAL					
<b>VCC%</b>	4.82%					
<b>NIVEL DE AISLAMIENTO</b>	188 KV					
<b>CONEXIÓN</b>	DY5					
<b>REFRIGERACIÓN</b>	ONAN					
<b>VOLUMEN DE ACEITE</b>	470 LT					
<b>Z%</b>	1.5					
<b>PESO TOTAL</b>	1800 KG					
<b>POSICIÓN DEL CONMUTADOR</b>	1	2				
	13860 V	13530 V	13200 V	12870 V	12540 V	

Fuente: Los Autores



Fotografía 4.12 Transformador trifásico de 500KVA

Fuente: Los Autores

#### 4.2.2.2 Sistema de puesta a tierra

En el cuarto de transformación de la Universidad Politécnica Salesiana encontramos un sistema de puesta a tierra conformado por 4 varillas copperweld de 6" ubicadas de forma

lineal, formando una conexión similar a la tipo anillo contemplado en las normas. Dichas varillas rodean el transformador de distribución y se encuentran conectadas por un cable desnudo de cobre calibre #2 con terminales tipo perno partido.

Este sistema de puesta a tierra no cuenta con una caja de revisión para medir la resistencia de la malla.



Fotografía 4.13 Sistema de puesta a tierra  
Fuente: Los Autores

#### 4.2.2.3 Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente tipo toroide que se encuentran en el cuarto de transformación de la Universidad Politécnica Salesiana están ubicados en el lado de baja tensión, lo que se conoce como medición indirecta y alimentan al contador de energía clase 20 que se encuentra hacia el exterior del cuarto como inca la norma establecida por el NATSIM, su relación de transformación es de 400:5 y se encuentran ubicados dentro de una caja metálica instalada por la Empresa Eléctrica de Guayaquil.



Fotografía 4.14 Transformadores de corriente  
Fuente: Los Autores

#### 4.2.2.4 Contador de energía

El contador de energía instalado en la Universidad Politécnica Salesiana por la Empresa Eléctrica de Guayaquil es un Clase 20 colocado en el lado de baja del banco de

transformadores, dicho contador cumple con la normativa que establece que el medidor se encontrara en el cerramiento o fachada frontal, cerramiento lateral con facil y libre acceso.



Fotografía 4.15 Contador de energía UPS  
Fuente: Los Autores

**Observaciones en el cuarto de transformación Universidad Politécnica Salesiana.**

1. El transformador de distribución no tiene en sus bases rieles para poder desplazarlo al momento de necesitar un mantenimiento.
2. No existe iluminación dentro del cuarto.
3. La acometida en media tensión no cuenta con pararrayos de distribución.
4. El tablero de medición presenta desgaste en general, vidrio roto y oxidación por la humedad. A más de esto se encuentra sin seguridad alguna lo cual representa un problema potencial de seguridad.

#### 4.3 Sistema de distribución eléctrica en baja tensión

El sistema de distribución en el lado de baja tensión de la Unidad Educativa Domingo Comín presenta algunos inconvenientes ya que la institución ha sufrido un crecimiento acelerado y se han realizado cambios arquitectónicos como en las instalaciones eléctricas para suplir las necesidades que se fueron presentando en función de establecimiento dinámico.

Por el motivo antes mencionado se podrán observar en las planillas constantemente la unión de los circuitos de luces y tomacorrientes, paneles de disyuntores con dimensiones inadecuadas o disyuntores a la intemperie para alimentar climatización.

Los inconvenientes presupuestarios han sido en gran parte la razón para improvisar al momento de buscar soluciones en la parte técnica, sacrificando ciertas normativas y la seguridad en ciertas áreas.

#### 4.4 Tableros de distribución eléctricos

Los transformadores alimentan a los tableros de distribución principal TDP, los mismos que a su vez alimentan a los tableros de distribución secundaria TDS para finalmente energizar a los paneles de distribución secundaria PDS para así llegar a las cargas finales.

**Tablero de Distribución Principal.-** Existen dos tableros de distribución principal. El primero se encuentra ubicado en las instalaciones de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín dentro del cuarto de transformación y el segundo encuentra ubicado fuera del cuarto de distribución de la Universidad Politécnica Salesiana en el parqueadero del Colegio Domingo Comín, junto al Edificio B.

La simbología para referirnos a los tableros de distribución principal será la siguiente:

<b>T (tablero)</b>	<b>D (distribución)</b>	<b>P (principal)</b>	-	<b>1 (No. de tablero)</b>
--------------------	-------------------------	----------------------	---	---------------------------

Existen dos tableros de distribución principal:

**Tableros de Distribución Secundaria.-** Se encuentran distribuidos alrededor de toda la Institución y hacen referencia a los tableros de distribución que alimentan a su vez a los paneles secundarios existentes y en varios casos dichos tableros tienen disyuntores para cargas específicas como climatización, reflectores y luces de pasillos.

La simbología que utilizaremos para referirnos a los tableros de distribución secundaria será la que se muestra a continuación:

<b>T (tablero)</b>	<b>D (distribución)</b>	<b>S (secundario)</b>	-	<b>1 (No de tablero)</b>
--------------------	-------------------------	-----------------------	---	--------------------------

Estos tableros son de tipo gabinete de fabricación metálica liviano con plafón y puertas de seguridad triangulares.

**Paneles de Distribución Secundaria.-** Se encuentran distribuidos en toda la Institución y hacen referencia a los paneles de disyuntores secundarios que distribuyen la energía eléctrica hacia los circuitos derivados como tomacorrientes, iluminación y circuitos especiales como climatización.

La simbología que utilizaremos para referirnos a los paneles de distribución secundarios será la que se muestra a continuación:

<b>P (panel)</b>	<b>D (distribución)</b>	<b>S (secundario)</b>	<b>-</b>	<b>1 (No de panel)</b>
------------------	-------------------------	-----------------------	----------	------------------------

#### 4.4.1 Tableros de distribución principal

##### 4.4.1.1 Tablero de distribución principal TDP-1

El tablero de distribución principal ***TDP-1*** es de tipo abierto y es alimentado desde el lado de baja del banco de transformadores ECUATRAN de 75 KVA que se encuentra en las instalaciones de la Unidad Educativa Domingo Comín por medio de una terna de conductores calibre 3Fx2#4/0 + Nx2#4/0, el tablero posee protección principal con disyuntor termo-magnético caja moldeada de 630A-3P, marca Schneider Electric.

El tablero en si cuenta con cuatro barras de cobre R – S – T – N, para la distribución eléctrica. Las barras de cobre poseen las siguientes medidas: 50mm de ancho por 5mm de espesor.



Fotografía 4.16 Tablero de Distribución Principal TDP-1  
Fuente: Los Autores

#### **Observaciones en el tablero de distribución principal TDP-1:**

1. La mayoría de los disyuntores termo-magnéticos se encuentran dimensionados de manera irregular, algunos se encuentran funcionando al límite de su capacidad o en su defecto sobredimensionado, los cuales ante una falla no actuarán.
2. No existe señalización necesaria, para conocer a qué sub-tablero y/o panel se dirigen las acometidas.



3. El tablero al igual que las barras sobre la pared de mampostería improvisan un tablero, poniendo en riesgo la seguridad al no existir acrílico protector en el mismo.
4. El espacio de maniobra es estrecho e inadecuado para mantenimiento.
5. Los disyuntores se encuentran colocados inadecuadamente y en algunos casos se encuentran suspendidos en el aire.

#### 4.4.1.2 Tablero de distribución principal TDP-2

El tablero de distribución principal **TDP-2** es alimentado desde los bornes del secundario del transformador de distribución INATRA de 500 KVA. Este tablero proporciona protección a diferentes cargas tanto las del Edificio B perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana así como ciertas cargas del edificio del Colegio Técnico Domingo Comín.



Fotografía 4.17 Módulo#1 del TDP-2  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.18 Módulo#2 del TDP-2  
Fuente: Los Autores

El **TDP-2** está compuesto por dos módulos, el primer módulo 190x110x40 cm. de alto, ancho y profundidad, pintado al horno con pintura electrostática color beige. Cuenta con protección principal con disyuntor termo-magnético caja moldeada de 1600A-3P, marca Schneider Electric. Internamente posee unas barras de cobre para distribución eléctrica de 2" de ancho por 1/4" de espesor.

Las áreas de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín a las que este tablero brinda energía son las que se detallan a continuación:

- Paneles de distribución para 2 laboratorios de cómputo
- Centrales de aire para el área que corresponde al Salón de Uso Múltiple
- Tablero de distribución del área de preescolar

El segundo módulo de 100x110x40 cm. de alto, ancho y profundidad, es para uso exclusivo de la Universidad Politécnica Salesiana.

**Observaciones en el tablero de distribución principal TDP-2:**

1. No existe señalización necesaria, para conocer a qué sub-tablero y/o panel se dirigen las acometidas.
2. Tablero en mal estado, presenta corrosión y no tiene protección contra polvo y humedad por su ubicación.
3. Los terminales de conexión se encuentran oxidados.
4. Partes vivas “expuestas”.

**4.4.2 Tableros de distribución secundaria**

Los tableros de distribución secundaria **TDS**, son los encargados de proporcionar energía eléctrica a los paneles de distribución y en otros casos proporcionan energía eléctrica directamente a las cargas finales.

El TDS-1 se encuentra ubicado en el Bloque Central Sur – Planta baja dentro del Laboratorio de Cómputo#5 y su alimentación proviene desde el TDP-1 mediante un disyuntor de 225A tipo caja moldeada marca Siemens, por medio de conductores 3F#3/0 + N#3/0.



Fotografía 4.19 Vista externa del TDS-1  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.20 Vista interna del TDS-1  
Fuente: Los Autores

Dicha alimentación es una ramificación de la troncal que proviene directamente del TDP-1 que a su vez es compartida a tableros de distribución ubicados en los Bloques Sur y Central-Sur.

El tablero provee de energía a los siguientes paneles de distribución:

- Laboratorio de Cómputo#4 – Bloque Central-Sur
- Laboratorio de Cómputo#5 – Bloque Central-Sur
- Laboratorio de Computo#3 Panel #2 – Bloque Central-Sur

- Laboratorio de Medidas Eléctricas#1 Panel#1 – Bloque Central-Sur

El TDS-2 se encuentra ubicado en el pasillo de ingreso principal en el Bloque Central Norte – Planta baja y su alimentación proviene desde el TDP-1 mediante un disyuntor de 160A-3P tipo caja moldeada marca General Electric, por medio de conductores 3F#3/0 + N#1/0.



Fotografía 4.21 TDS-2 Tablero cerrado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.22 TDS-2 Tablero abierto  
Fuente: Los Autores

El tablero provee de energía a los siguientes paneles de distribución:

- Baño de mujeres - Bloque Central-Sur
- Bodega general - Bloque Central-Sur
- A su vez el panel bodega general alimenta dos paneles correspondientes a pastoral y dirección de pastoral respectivamente.
- Departamento de Contabilidad – Bloque Central-Norte
- Salida a Patio – Bloque Central-Norte
- Ajuste Mecánico – Bloque Central-Norte
- A más de alimentar los paneles antes mencionados dentro del tablero se encuentran dos disyuntores que alimentan las luminarias del hall y acondicionadores de aire del departamento de contabilidad.

El TDS-3 se encuentra ubicado en el Bloque Central Sur – Planta baja dentro del Laboratorio de Medidas Eléctricas II y su alimentación proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada marca Siemens por medio de conductores 3F#1/0 + N#2. Sus medidas son 160x80x30 cm de alto, ancho y profundo respectivamente.



Fotografía 4.23 TDS-3 Laboratorio de Medidas Eléctricas 2  
Fuente: Los Autores

Este tablero de distribución secundaria se diferencia de los demás por no tener barras y dentro del mismo encontramos los elementos que se detallan a continuación:

- Disyuntor principal del tablero.
- Dos paneles de distribución empotrados uno operativo y el segundo sin alimentación.
- El panel operativo contiene un disyuntor trifásico de 50A-3P, dos de 30A-2P y tres de 20A-1P.
- Pulsantes normalmente abiertos y normalmente cerrados
- Dos disyuntores monofásicos sobrepuestos
- Luces piloto

Los elementos antes mencionados que se encuentran en el tablero abastecen de energía a las siguientes cargas:

- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (para acondicionadores de aire).
- Tomacorrientes sencillos trifásicos tipo clavija (para conexión de motores).
- Lámparas fluorescentes 2x110w.

El TDS-4 se encuentra ubicado en el descanso de las escaleras al ingreso del patio de comidas “PASEO LAURA VICUÑA”, en el Bloque Central Norte – Primer piso y su alimentación proviene desde el TDP-1 mediante un disyuntor de 500A tipo caja moldeada marca Siemens, por medio de conductores  $3F_x(2\#4/0) + N_x(2\#4/0)$ .



Fotografía 4.24 TDS-4 Tablero cerrado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.25 TDS-4 Tablero abierto  
Fuente: Los Autores

El tablero provee de energía a los siguientes paneles y tableros de distribución:

- Bloque Sur Primer Piso / TDS-5
- Bloque Central-Norte Planta Baja / TDS-2.
- Panel Biblioteca – Bloque Central-Norte
- Panel Área de Comidas – Bloque Central-Norte
- Panel Iluminación de Ingreso CDC
- Panel Salón de Uso Múltiple Panel#2 – Bloque Central-Sur
- Panel Laboratorio de Medidas Eléctricas#2 – Bloque Central Sur
- Panel Plataforma de climatización Auditorium – Bloque Central-Norte
  - ✓ 2x (60A-1P) Panel Pasillo de gastronomía
  - ✓ 2 Plástiplo #12 (50A-2P) Panel Gastronomía
- Panel Salón de Uso Múltiple – Cabina de música
- Panel Salón de Uso Múltiple – Escenario
- Panel Aula junto a biblioteca

Este tablero también suministra energía de manera directa a través de un disyuntor de 63A-3P tipo riel din marca Legrand al hall y las escaleras ubicadas en el primer piso.

El TDS-5 se encuentra ubicado en el pasillo del Bloque Central Sur – Primer piso en el ingreso del Ex - departamento DESAI y su alimentación proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 250A-3P tipo caja moldeada marca General Electric, por medio de conductores 3F#4/0 + N#4/0.



Fotografía 4.26 TDS-5 Tablero cerrado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.27 TDS-5 Tablero abierto  
Fuente: Los Autores

El tablero suministra energía a los siguientes paneles de distribución:

- Bloque Sur Segundo Piso / TDS-6
- Departamento de profesores – Bloque Sur
- Ex – departamento DESAI – Bloque Sur
- Terraza – Bloque Sur

Este tablero suministra energía directamente mediante disyuntores tipo riel din marca Legrand a las aulas del Bloque Sur - Primer piso, en las cuales encontramos puntos de alumbrado, tomacorrientes y ventiladores, además de estas también energiza reflectores, luces de pasillos y sirena.

El TDS-6 se encuentra ubicado en las escaleras laterales del pasillo del Bloque Sur y se alimenta desde las Barras del TDS-5 por medio de conductores 3F#2 + N#2.



Fotografía 4.28 TDS-6 Tablero cerrado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.29 TDS-6 Tablero abierto  
Fuente: Los Autores

El tablero suministra energía a los siguientes paneles de distribución:

- Panel Bloque Central-Sur Segundo piso (música)

Este tablero solo energiza el panel de distribución nombrado anteriormente, en su mayoría alimenta cargas finales mediante disyuntores tipo riel din, las cuales se nombran a continuación:

- Coordinación estudiantil bloque sur primer piso alto
- Escalera
- Luces y tomacorrientes de inspección bloque sur segundo piso alto
- Aulas (alumbrado, tomacorrientes y ventiladores)
- Pasillos del Bloque Sur segundo piso

El TDS-7 se encuentra ubicado en el área de preescolar de la Unidad Educativa Domingo Comín y se alimenta desde el TDP-2 mediante un disyuntor de 630A-3P tipo caja moldeada marca Legrand, por medio de conductores  $3F \times 2\#1/0 + N \times 2\#1/0 + T\#2$ .

El disyuntor principal del tablero es de 200A-3P marca Schneider tipo caja moldeada y sus barras de distribución principal son  $3F (25 \times 3) \text{ mm} + N (19 \times 3) \text{ mm} + T (19 \times 3) \text{ mm}$ .



Fotografía 4.30 TDS-7 Tablero cerrado  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.31 TDS-7 Tablero abierto  
Fuente: Los Autores

El tablero provee de energía a los siguientes paneles de distribución:

- Aulas exteriores preescolar – PDS-34
- Servicios generales-PDS-35

Además de los paneles citados anteriormente el tablero alimenta cargas puntuales mediante disyuntores que se encuentran conectados directamente desde sus barras, las cuales se detallan en el siguiente listado:

- Tres disyuntores se utilizan para energizar el alumbrado en el parqueadero y su ingreso
- Cuarto de bombas
- Dos centrales de climatización

#### **Observaciones en los Tableros de Distribución Secundaria:**

1. No existe señalización necesaria, para conocer a qué sub-tablero y/o panel se dirigen las acometidas.
2. La forma en que se encuentra el sistema eléctrico es un peligro para usuarios de mantenimiento pues no garantiza la seguridad de operación.
3. No se indica el voltaje de operación del tablero.
4. No existen las protecciones necesarias para los circuitos, pues en algunos casos parten de los terminales tipo talón de otros paneles o tableros.
5. Improvisación de soluciones dentro de los tableros, causando el colapso de los mismos por exceso de elementos, y conexiones expuestas.

#### 4.5 Paneles de distribución secundaria

Los sub-tableros de distribución TDS reparten energía eléctrica a diferentes paneles de disyuntores que a su vez protegen todas las cargas finales del edificio, estas cargas son alumbrado (lámparas fluorescentes 2x110w – 2x40w – 3x32watts, focos ahorradores, lámparas de emergencia) tomacorrientes (sencillos de 120v, bifásicos de 220v, trifásicos tipo clavija) acometidas directas a equipos (bombas de agua, compresor de aire, tableros de prácticas, entre otros).



#### 4.5.1.1 Paneles de distribución

- Panel de distribución **PDS-1**- se encuentra ubicado en el Departamento de Contabilidad y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 2F#4 + N#6.
- La protección proviene desde el TDS-2 mediante un disyuntor de 63A-3P tipo riel din marca Legrand.
- Este panel alimenta al departamento de contabilidad y colecturía, a más de esto energiza los circuitos de alumbrado en Rectorado, Comunicación Institucional, Trabajo Social y Laboratorio de Microprocesadores.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w - 4x40w
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para áreas generales - baños).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (para circuitos especiales).



Fotografía 4.32 Departamento de contabilidad  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-2**.- se encuentra ubicado en la Bodega General y presenta las siguientes características técnicas:

- Panel tipo riel din, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 13 disyuntores de 1P de varias capacidades, tres relés que se encuentran desconectados y un contactor que sirve para el encendido de la climatización.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#1/0 + N#4.
- Su alimentación proviene directamente desde los terminales tipo "TALON" del tablero de distribución secundaria (TDS – 2).
- En este panel no se logró identificar las carga de tres disyuntores, dos de 63A-1P y uno de 32A -1P.
- Este panel alimenta el disyuntor sobrepuesto de dos polos donde se conectan una fase y el neutro, dicho disyuntor se encuentra en la garita de guardianía ubicada en el ingreso de la Institución.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w – 3x32w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para áreas generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (para circuitos especiales).



Fotografía 4.33 Bodega general  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-3**- se encuentra ubicado en el Departamento. de Pastoral y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 4 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La acometida está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#12 + N#12.
- La protección proviene desde el PDS-2 ubicado en la Bodega General planta baja bloque central-sur mediante dos disyuntores de 63A-1P tipo riel din, marca Legrand. Estos disyuntores antes mencionados abastecen de energía eléctrica a dos paneles a la vez PDS-3 y PDS-4.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 3x32w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para áreas generales).
- Tomacorrientes bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.34 Panel de Pastoral  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-4** se encuentra ubicado en la Dirección de Pastoral y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 5 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La acometida está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#12 + N#12.
- La protección proviene desde el PDS-2 mediante dos disyuntores de 63A-1P tipo riel din, marca Legrand, son los mismos disyuntores que alimentan a PDS-3.

Observación: La acometida y los circuitos derivados del panel tienen el mismo calibre de conductor.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 3x32w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para áreas generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (para climatización).



Fotografía 4.35 Panel Dirección de Pastoral  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-5** se encuentra ubicado en el Departamento. de Logística-Mantenimiento, el cual presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 1P de varias capacidades y 2 disyuntores de 2P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#4 + N#4
- Esta acometida empieza en CP-1 donde se deriva desde la troncal que alimenta el bloque Central-Sur, la cual empieza en el TDP-1 mediante un disyuntor marca Legrand 225A – 3P tipo caja moldeada, como se muestra en el diagrama unifilar.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para áreas generales).
- Circuito especial para cuarto de bombas
- Circuito de climatización



Fotografía 4.36 Panel #1 Departamento de Logística y Mantenimiento  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-6**.- se encuentra ubicado en el Departamento de Logística-Mantenimiento y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente no contiene ningún disyuntor.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#8.
- La acometida parte de dos disyuntores de 50A-1P ubicados en el panel PDS-5 que se encuentra dentro del mismo departamento.

OBSERVACIÓN.- Este panel de distribución contiene acometida energizada pero no alimenta carga alguna.



Fotografía 4.37 Departamento de Logística y Mantenimiento Panel #1  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.38 Departamento de Logística y Mantenimiento Panel #2  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución ***PDS-7***.- se encuentra ubicado en el baño de mujeres y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 4 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#10 + N#10 y proviene desde el TDS-2 mediante un disyuntor de 30A-2P.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x40w.
- Luminarias incandescentes de 240v ( Pasillo)



Fotografía 4.39 Ingreso Baños para mujeres  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.40 Panel Baños para mujeres  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-8**, se encuentra ubicado en el Laboratorio de Cómputo #2 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square D, trifásico de 12 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 1P de varias capacidades y 1 disyuntor de 2P
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#2 + 1N#4.
- La protección proviene desde el TDP-2 ubicado en el parqueadero de la Unidad Educativa Domingo Comín, por medio de un disyuntor de 150A-3P tipo caja moldeada marca Camsco.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras y proyector y servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.41 Laboratorio de Cómputo #2  
Fuente: Los Autores



- Panel de distribución **PDS-9**, se encuentra ubicado en el Laboratorio de Cómputo #1 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square D, trifásico de 12 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 30A-1P y 2 disyuntores de 32A-2P
- Internamente contiene 2 disyuntores de 32A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#8 + 1N#10, proveniente desde los terminales del **PDS-8** ubicado en el Laboratorio de Cómputo #2, mediante recorrido por canaleta.
- La protección proviene desde el TDP-2 ubicado en el parqueadero, por medio de un disyuntor de 150A-3P tipo caja moldeada marca Camsco.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras, proyector y servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.42 Laboratorio de Cómputo #1  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-10** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Automatización Industrial y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 17 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#3/0 + 1N#2/0, la cual proviene de CP-2 y es una derivación de la troncal que está alimentada directamente desde el TDP-1.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (servicios generales)
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).
- Tomacorrientes trifásicos tipo clavija para bancos de prueba en prácticas.



Fotografía 4.43 Laboratorio de Automatización Industrial  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-11**.- se encuentra ubicado en el Laboratorio de Computo #4 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 9 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + 1N#2 proveniente desde las barras del TDS-1 ubicado en el Laboratorio de Computo # 5.
- Este panel no cuenta con barra para el neutro, en su lugar existe una bornera.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras, proyector y servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.44 Laboratorio de Cómputo #4  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-12**.- se encuentra ubicado en el Laboratorio de Computo #5 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + 1N#2 + T#4 proveniente desde las barras del TDS-1 ubicado en el Laboratorio de Computo#5.
- Este panel posee un conductor calibre #4 que conecta a la tierra del panel con la barra de neutro del TDS-1.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras, proyector y servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.45 Laboratorio de Cómputo #5  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-13.-** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 16 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + 1N#2 proveniente desde las barras del TDS-1 ubicado en el Laboratorio de Computo 5.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).
- Alimentación para las mesas de trabajo con circuitos de 120 y 240V.
- Tomacorrientes bifásicos tipo clavija.
- No se pudo identificar la alimentación de los ventiladores.



Fotografía 4.46 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 Panel#1  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS14.** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 4 espacios.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#8.
- La protección proviene desde el PDS-2 ubicado en la bodega general mediante dos disyuntores de 63A– 1P tipo riel din, marca Legrand.
- No posee circuitos derivados (carga).



Fotografía 4.47 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.48 Laboratorio de Medidas Eléctricas 1 Panel#2  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-15.-** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Computo #3 Panel #1 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square D, trifásico de 18 espacios.
- Internamente contiene 5 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N2#8 Esta acometida se desplaza a la interperie por un pasillo sin acceso.
- La protección proviene desde tres disyuntores de 50A-1P ubicados en el PDS-17 que se encuentra en el Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS.
- El panel de distribución se encuentra sobredimensionado considerando la cantidad de circuitos secundarios que maneja.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras y proyector).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 120 (servicios generales).



Fotografía 4.49 Laboratorio de Cómputo #3 Panel #1  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-16.** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Computo #3 Panel #2 y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + 1N#6, su alimentación proviene desde las barras del TDS-1 ubicado en el laboratorio de computo#5.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.
- El panel de distribución se encuentra sobredimensionado considerando la cantidad de circuitos secundarios que posee.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w y 4x40w
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.50 Laboratorio de Cómputo #3 Panel #2  
Fuente: Los Autores

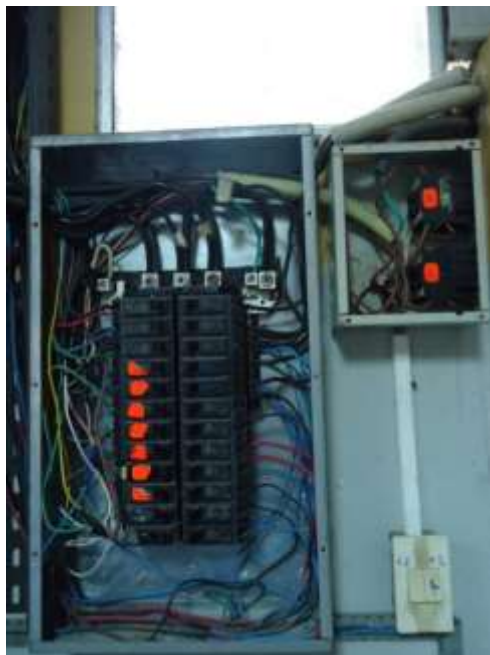


- Panel de distribución **PDS-17** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 24 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 1F#2+2F#1/0+ 1N#2
- Su acometida empieza del nodo que se encuentra en la caja de paso CP-1 ubicada en el laboratorio de Automatización Industrial.
- Junto al panel de disyuntores se encuentra una pequeña caja metálica donde se instalaron dos contactores para el manejo de la climatización.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de transformadores mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x32w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).
- Tomacorrientes trifásicos tipo clavija



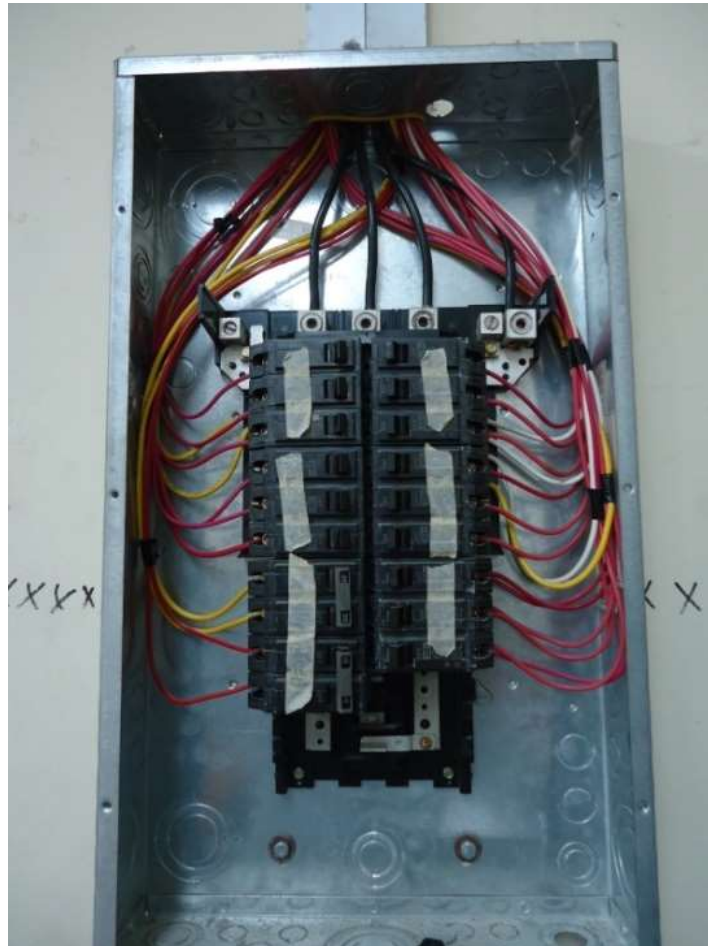
Fotografía 4.51 Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-18** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Instalaciones Industriales CDC y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 15 disyuntores de 30A-1P y 2 disyuntores de 30A-2P
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#6 + 1N#6 proveniente desde los terminales del PDS-17 ubicado en el Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS mediante recorrido por canaleta.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 225A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).
- Tomacorrientes trifásicos tipo clavija



Fotografía 4.52 Laboratorio de Instalaciones Industriales UESDC  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-19.-** se encuentra ubicado en el ingreso del Taller de Ajuste Mecánico y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 4 breakers de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 1F#8 +1F (2#10) + 1N#10.
- La protección proviene desde el TDS-2 ubicado en el hall de ingreso, mediante un disyuntor de 70A-2P tipo caja moldeada, marca General Electric.
- La barra de neutro se encuentra con corrosión en alto grado.
- La ubicación y altura del panel es inadecuada, se encuentra sobre la puerta de ingreso al laboratorio aproximadamente a tres metros de altura.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras y proyector).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.53 Laboratorio de Ajuste Mecánico - Pasillo  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-20.-** se encuentra en la parte exterior del Taller de Ajuste Mecánico en el área de soldadura y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente no contiene disyuntores.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#3/0 + 1N#1/0.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 100A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.
- Al momento de realizar el levantamiento eléctrico del laboratorio se encontraba inhabilitado debido al proceso de desmontaje que se estaba ejecutando.

- Panel de distribución **PDS-21.-** se encuentra ubicado en la parte interior del Taller de Ajuste Mecánico y esta designado a proporcionar energía a las mesas de trabajo, presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 18 espacios.
- Internamente no contiene disyuntores.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#3/0 + 1N#1/0.
- La protección proviene desde los terminales tipo talón del PDS-20 ubicado en la parte exterior del mismo laboratorio.



Fotografía 4.54 Laboratorio de Ajuste Mecánico - Taller  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-22.-** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Hardware y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 18 espacios.
- Internamente contiene 14 disyuntores 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + N#4, la cual proviene de un recorrido subterráneo que pasa por CP-5, CP-6 y CP-7 ubicadas en el pasillo de laboratorios electrónicos que se encuentra en el bloque central-norte.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Circuitos especiales para alimentación de mesas de trabajo.
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.55 Laboratorio de Hardware  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-23**, se encuentra ubicado en el Laboratorio de Electrónica Analógica y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 18 espacios.
- Internamente contiene 10 disyuntores 1P de varias capacidades y 2 disyuntores 30A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + N #4, la cual proviene de un recorrido subterráneo que pasa por CP-5 y CP-6 ubicadas en el pasillo de laboratorios electrónicos que se encuentra en el bloque central-norte.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Circuitos especiales para alimentación de mesas de trabajo.
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.56 Laboratorio de Electrónica Analógica  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-24**, se encuentra ubicado en el Laboratorio de Electrónica Digital y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 18 espacios.
- Internamente contiene 16 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + 1N#4 proveniente desde los terminales tipo talón del PDS-23 ubicado en el laboratorio de electrónica analógica.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).
- Circuitos especiales para alimentación de mesas de trabajo.



Fotografía 4.57 Laboratorio de Electrónica Digital  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-25**.- se encuentra ubicado en el Departamento de Electrónica y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#10 + N#12.
- La protección proviene desde el PDS-24 ubicado en el Laboratorio de Electrónica Digital mediante dos disyuntores de 30A-1P.

OBSERVACIÓN.- En caso de incrementar la carga del panel la acometida sería deficiente por su bajo calibre.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.58 Departamento de Electrónica  
Fuente: Los Autores



- Panel de distribución **PDS-26.-** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Microprocesadores y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 12 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 1F#1/0+2F#2+N(2#8) proveniente desde la caja de paso CP-5 subterránea, para luego convertirse en aérea subiendo por una canaleta de 10cm metálica y llegar a CP-4 la misma que se localiza a tres metros de altura entre los laboratorios de Microprocesadores y Lógica Combinatoria.
- La caja de paso CP-4 y su ducto se encuentran con signos de corrosión.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.

Los circuitos derivados están conformados por:

- En este panel encontramos un solo circuito derivado trifásico, el mismo que se deriva por las mesas de trabajo.



Fotografía 4.59 Laboratorio de Microprocesadores Panel#1  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-27.-** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Microprocesadores y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 5 breakers de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#8, proveniente desde los terminales tipo talón del PDS-26 ubicado en el mismo laboratorio.
- Este panel no tiene conectada la barra de neutro.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.
- El Laboratorio de Microprocesadores cuenta con dos paneles de distribución.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.60 Laboratorio de Microprocesadores (Panel#2)  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-28.** se encuentra ubicado en el Laboratorio de Lógica Combinatoria y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 4 breakers de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + N#2, esta acometida es una derivación de los conductores que energizan al PDS-26.
- El empalme de la acometida se encuentra ubicado en el centro de la canaleta por donde se transporta la misma.
- La protección proviene desde el TDP-1 ubicado en el cuarto de tableros mediante un disyuntor de 125A-3P tipo caja moldeada, marca General Electric.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.61 Laboratorio de Lógica Combinatoria  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-29.-** se encuentra ubicado en el área de preescolar y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 9 disyuntores de 20A-1P y 3 disyuntores de 20A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#6 + N#8.
- La protección proviene desde el TDS-7 ubicado en el área de preescolar mediante un disyuntor de 50A-2P tipo caja moldeada, marca Schneider.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Proyector.
- Focos incandescentes exteriores.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



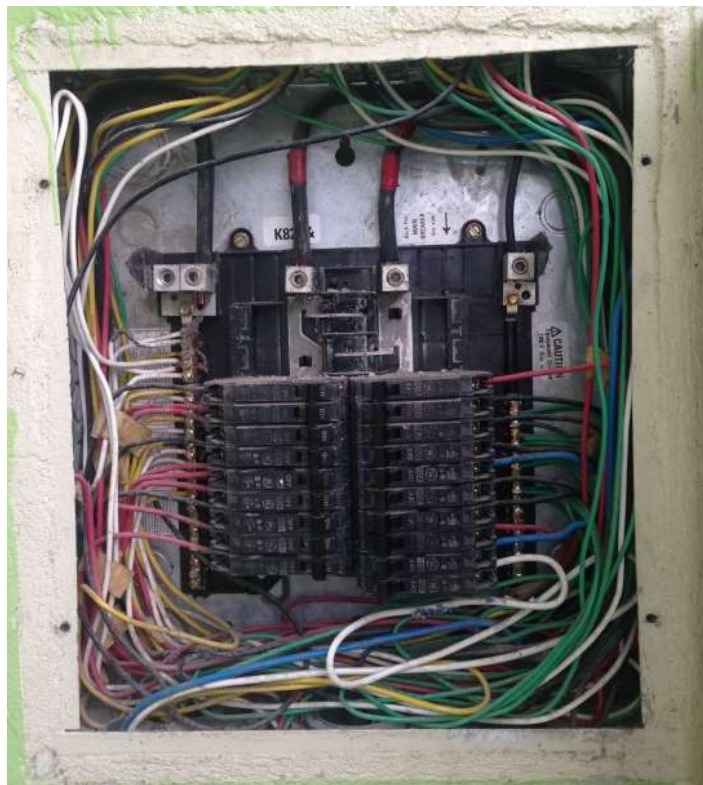
Fotografía 4.62 Preescolar (Aulas)  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-30.-** se encuentra ubicado en el área de preparatoria trabajando en servicios generales y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 28 espacios.
- Internamente contiene 17 disyuntores de 20A-1P y 1 disyuntor de 20A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#2 + N#2+ T#8
- La protección proviene desde el TDS-7 ubicado en el área de preescolar mediante un disyuntor de 50A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x17w.
- Luces de emergencia
- Focos incandescentes para exteriores y baños.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.63 Preparatoria (Servicios Generales-Aulas)  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-31.-** se encuentra ubicado en el pasillo del parqueadero y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, bifásico de 4 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P y 1 disyuntor de 32A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#6 + N#6
- La protección proviene desde el PDS--17 ubicado en el Laboratorio de Instalaciones Industriales UPS mediante dos disyuntores de 50A-1P.
- Junto a este panel se encuentra un disyuntor sobrepuesto de 30A-2P que se alimenta desde los terminales con 2F #8 como se observa en la fotografía.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Climatización de Vicerrectorado Segundo (protección adicional interperie 30A-2P)
- PDS-8 Primer Piso Alto Inspección General
- Climatización Coordinación estudiantil



Fotografía 4.64 Pasillo Parqueadero  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-32**.- se encuentra ubicado en el área de comidas (cafetería) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 22 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#2 + N#2.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 100A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.
- Cada local de comida posee tableros independientes, pero la distribución interna se realiza por los inquilinos de los bares según sus necesidades.
- Dentro del panel se encuentra un contactor para el accionamiento de las luminarias.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w.
- Alimentación a paneles secundarios para ñocales.
- Iluminación para el área de servicios de la cafetería



Fotografía 4.65 Panel Cafetería  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-33.** se encuentra ubicado en la Biblioteca y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo riel din, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 8 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- El tablero cuenta con tres relés para encendido de las luminarias.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + N#4.
- El panel se encuentra deformado.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 63A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x110w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.66 Panel Cafetería  
Fuente: Los Autores



- Panel de distribución **PDS-34.-** se encuentra ubicado en un aula junto a la Biblioteca y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#8, proviene desde los terminales del PDS-33 ubicado en la Biblioteca.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 63A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



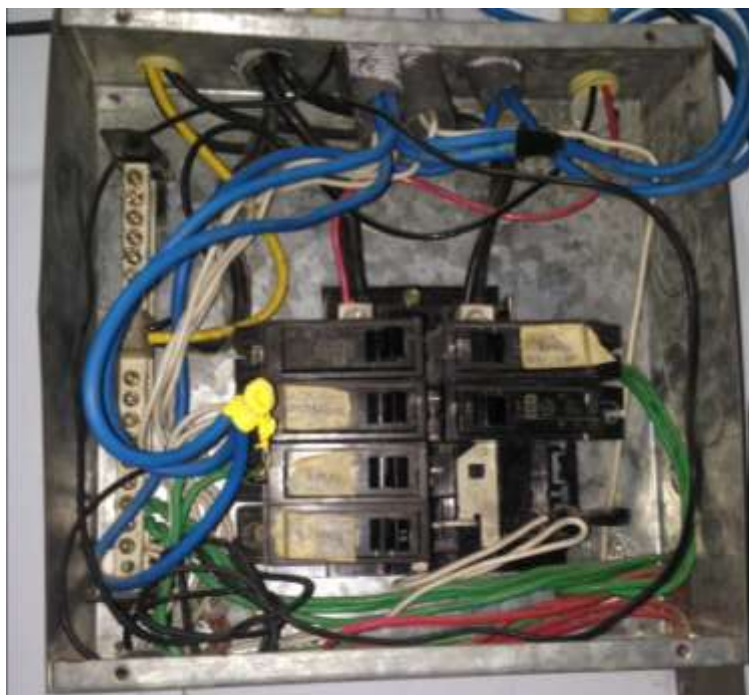
Fotografía 4.67 Panel Aula Junto Cafetería  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-35** se encuentra ubicado en el Salón de Usos Múltiples (Audio) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#4 + N#4 proveniente desde los terminales tipo del PDS-1 ubicado en el Salón de Usos Múltiples Segundo Piso Alto.
- Posee varios circuitos en un mismo disyuntor y conductores sin energía.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 100A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Proyector
- Ventiladores
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



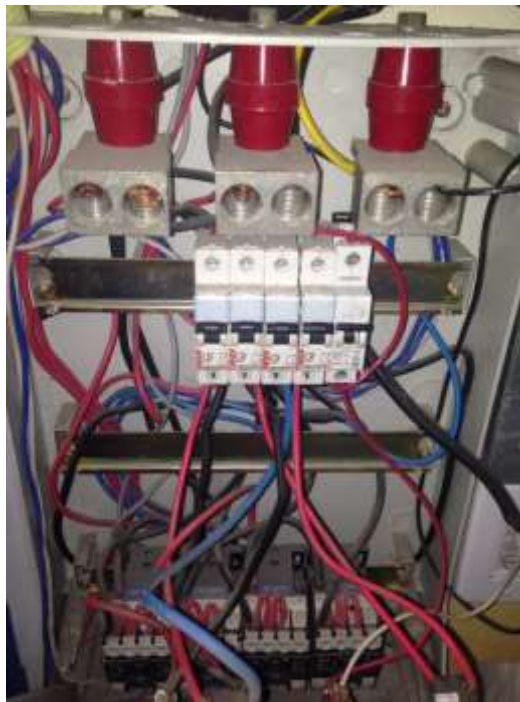
Fotografía 4.68 Panel Salón Usos Múltiples Audio  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-36** se encuentra ubicado en el Salón de Usos Múltiples (Escenario) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo riel din, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 5 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#10 proveniente desde los terminales del PDS-4 ubicado en el mismo salón (Área de Música).
- En su interior se encuentran 4 contactores para accionamiento de luminarias.
- A los terminales del panel llegan dos líneas de corriente y el neutro.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 100A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Luces de Escenario
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Luces de Emergencia (Escenario).



Fotografía 4.69 Panel Salón de Usos Múltiples Escenario  
Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-37** se encuentra ubicado en el departamento de área técnica y presenta las siguientes características:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#8 + 1N#8 proveniente desde EL TDS-3 ubicado en el primer piso alto mediante recorrido por canaleta.
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 150A-3P (1 FASE) tipo caja moldeada General Electric, el mismo se encuentra empotrado a un costado en el interior del tablero de distribución secundaria.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (serv. generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (para acondicionadores de aire).



Fotografía 4.70 Panel Departamento Área Técnica

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-38** se encuentra ubicado en el Ex DESAI y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 18 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N(2#8) proveniente desde los terminales del TDS-5 ubicado en el primer piso alto, mediante recorrido por canaleta.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el primer piso alto mediante un disyuntor de 250A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para computadoras y proyector).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.71 Panel Ex Desai (Idiomas)

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-39** se encuentra ubicado en la Inspección General y presenta las siguientes características:

- Tipo General Electric, bifásico de 4 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#10 + S/N
- La protección proviene desde el PDS-36 ubicado en el pasillo- parqueadero mediante dos disyuntores de 20A-1P.
- El recorrido de la acometida en su totalidad se encuentra a la interperie y posee una longitud mayor a 50 metros.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 2x40w.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.72 Panel Inspección General

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-40** se encuentra ubicado en el Salón de Usos Múltiples (Servicios Generales) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 15 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#2 + N#2
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 100A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.
- A la derecha de este panel encontramos una caja de control con varios contactores para el accionamiento de las luces.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w, reflectores
- Ventiladores
- Bobinas de contactores
- Luces de emergencia
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).



Fotografía 4.73 Salón de Usos Múltiples Servicios Generales

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-41** se encuentra ubicado en el Salón de Usos Múltiples (Climatización) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 10 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#1/0 + N#2
- La protección proviene desde el TDP-2 ubicado parqueadero de la Unidad Educativa Domingo Comín mediante un disyuntor de 200A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens, pasando por CP-3.
- Un disyuntor de 50A-1P se encuentra sin circuito derivado.
- Las tres centrales se encuentran aterrizadas a la carcasa del panel de distribución.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Central de climatización #1
- Central de climatización #2
- Central de climatización #3



Fotografía 4.74 Salón de Usos Múltiples Climatización

Fuente: Los Autores



- Panel de distribución **PDS-42** se encuentra ubicado en la plataforma de aires detrás del Auditorio y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 12 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores 1P de varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#1/0 + N#1/0.
- La protección proviene desde el TDS-4 ubicado en el hall del primer piso alto mediante un disyuntor de 160A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Letrero Luminoso “Universidad Politécnica Salesiana”
- Pasillo Gastronomía PDS-4 (Segundo Piso Alto)
- Gastronomía PDS-5 (Segundo Piso Alto)
- Centrales de Climatización Auditorium.
- Centrales de Climatización Biblioteca.



Fotografía 4.75 Panel Plataforma de Aires

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-43** se encuentra ubicado en el Pasillo de Gastronomía y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#6 + N#6
- La protección proviene desde el PDS-3 (Segundo Piso Alto) mediante dos disyuntores de 60A-1P.
- Existen dos circuitos en un mismo disyuntor.
- En los terminales existen trozos pequeños de conductor cortados de una probable acometida en el pasado.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.( Pasillo, Baño).
- Luces, tomacorrientes y ventiladores de aulas.
- Luces y tomacorrientes Gastronomía.
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.76 Panel Pasillo de Gastronomía

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-44** se encuentra ubicado en el Área de Gastronomía y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 6 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 1P varias capacidades.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 2F#10 tipo plstiplomo.
- El panel no cuenta con conductor de neutro.
- La protección proviene desde el PDS-3 (Segundo Piso) ubicado en la plataforma de aires detrás del Auditorium mediante dos disyuntores de 50A-1P.
- Los acondicionadores de aire no cuenta con conductor de neutro.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 240v (climatización).



Fotografía 4.77 Panel Gastronomía

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-45** se encuentra ubicado en el pasillo bloque Central-Sur en el acceso a la terraza y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 1P de varias capacidades y 5 disyuntores de 30A-2P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + N#4 que proviene de los terminales del TDS-6.
- La protección proviene desde el TDS-6 ubicado en el pasillo del bloque sur mediante un disyuntor de 250A-3P tipo caja moldeada, marca Legrand.

Los circuitos derivados están conformados por:

- Lámparas fluorescentes 4x40w.
- Reflectores (Iluminación de patio)
- Tomacorrientes sencillos monofásicos de 120v (para servicios generales).
- Tomacorrientes sencillos bifásicos de 220v (climatización).



Fotografía 4.78 Panel Pasillo Central-Sur

Fuente: Los Autores

- Panel de distribución **PDS-46** se encuentra ubicado en el Salón de Usos Múltiples (climatización) sobre el área de audio y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 1P varias capacidades y 1 disyuntor de 20A-3P.
- La alimentación está conformada por conductores de cobre calibre: 3F#4 + N#4
- La protección proviene desde el TDP-2 ubicado en el parqueadero de la Unidad Educativa Domingo Comín mediante un disyuntor de 150A-3P tipo caja moldeada, marca Siemens, pasando por CP-3.
- La acometida de este panel posee más de 50 metros de longitud

Los circuitos derivados están conformados por:

- Central de climatización 1.
- Central de climatización 2.
- Central de climatización 3.



Fotografía 4.79 Panel Climatización Salón de Usos Múltiples

Fuente: Los Autores

### **Observaciones en los Paneles de Distribución, instalaciones eléctricas y circuitos derivados en general.**

- Falta de señalización necesaria, puesto que ante un incidente tanto los alumnos como los docentes pueden desconectar los interruptores termo-magnéticos que habilitan el circuito en problema.
- Existen varias protecciones a la intemperie, acortando su vida útil y poniendo en riesgo los equipos.



Fotografía 4.80 Disyuntores externos (Parqueadero UESDC)  
Fuente: Los Autores



Fotografía 4.81 Disyuntores externos (Parqueadero UESDC)  
Fuente: Los Autores

- Los tomacorrientes 120v en su mayoría no se encuentran aterrizados y en varios casos se han encontrado tomacorrientes de 240v sin conductor de neutro.



Fotografía 4.82 Tomacorriente de 240v sin neutro  
Fuente: Los Autores

- La caja de paso CP-3 que transporta tres acometidas subterráneas provenientes del TDP-2 se encuentra deteriorada y cubierta de tierra.



Fotografía 4.83 Caja de paso CP-3 (Parqueadero UEDC)  
Fuente: Los Autores

- Falta de las protecciones en las acometidas de varios paneles de distribución, donde inician los terminales de otros paneles, o en su defecto directamente de las barras de los tableros de distribución secundaria.
- Empalmes en conductores de cobre de calibres muy elevados, utilizando terminales para realizar los mismos, en lugar de uniones.



Fotografía 4.84 Empalmes en conductores calibres 3/0  
Fuente: Los Autores

- Sobredimensionamiento y subdimensionamiento en los paneles de distribución de la Unidad Educativa.
- Los contactores para el control de la climatización, deben instalarse en un panel independiente o tablero.
- Los ductos y cajas de paso que transportan las acometidas a los diferentes paneles se encuentran en mal estado y son peligrosos al momento de realizar cualquier maniobra, pues en su mayoría son metálicos y la corrosión los ha deteriorado.



Fotografía 4.85 Debajo de SUM  
Fuente: Los Autores





Fotografía 4.86 Jardinera Cafetería CP-8  
Fuente: Los Autores

## CAPITULO V

### 5 REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SALESIANA “DOMINGO COMÍN”

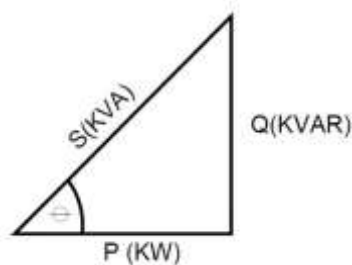
#### 5.1 Acometida eléctrica en media tensión

El sistema de distribución eléctrico en media tensión de 13.8 KV, se mantiene una parte de los accesorios y equipos pero se deben realizar los siguientes cambios:

**Instalación de Pararrayos de Distribución:** La acometida en media tensión ubicada en el poste P070715 no cuenta con protección contra sobretensiones, por tal motivo se propone instalar tres pararrayos tipo de óxido de zinc, de construcción robusta, las cuales se ubicarán antes de las cajas porta-fusibles, como se indica en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos.**

**Cambio de tiras fusibles:** Actualmente en el poste P070715 se encuentran instaladas tres cajas porta-fusibles de 100A – 15Kv, con sus respectivas tiras fusibles marca WESTINGHOUSE tipo K de 10 A cada una para el suministro de energía eléctrica a la Unidad Educativa y por motivos de incremento de carga, las cajas porta fusibles y las tira fusibles deberán ser cambiadas para proteger al nuevo transformador de sobrecorrientes que se pudieran presentar en la red de distribución eléctrica.

En vista que el nuevo transformador será de 1000KVA (los cálculos se detallan en el literal 5.1.2), se procederá a calcular la potencia activa (KW) del nuevo Transformador.



Fotografía 5.1 Triángulo de Potencias  
Fuente: Los Autores

De acuerdo al triángulo de potencias tenemos que:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Donde:

P = Potencia Activa del Transformador (KW)

$\cos\varphi$  = Factor de Potencia sugerido por la empresa distribuidora = 0,9

S = Potencia Aparente del Transformador (KVA), es decir la capacidad del transformador = 1000 KVA

Entonces para obtener la potencia activa del transformador en KW, se despejará la fórmula obteniendo:

$$P = S * \cos\varphi = 1000KVA * 0.92 = 920KW$$

Para realizar los cálculos de los fusibles de protección en media tensión se utilizará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

P = Potencia Activa del Transformador (KW)

V = Tensión de línea en el devanado primario del transformador (KV)

Cuando el sistema es trifásico se multiplica el voltaje de línea del devanado primario por la raíz de tres.

Entonces para obtener las protecciones en media tensión se calculará de la siguiente manera:

$$I = \frac{P}{0.92 * 13.2KV * \sqrt{3}} = \frac{920 KW}{21009,12} = 43,79A$$

$$FUSIBLE = 43,79A * 1.5 = 65,68 A = 70 AMP$$

La nueva tira fusible para protección del transformador de sobre-corrientes que se pudieran presentar en la red de distribución eléctrica deberá ser de 70A – 15KV tipo K.

**Cambio de conductor:** El suministro de energía eléctrica a la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” se la realiza por medio de una terna de conductores calibre No. 2 (3F#2 XLPE + N#2) y por motivos del cambio de ubicación del cuarto de transformación, será necesario el reemplazo del cable por otro del mismo calibre pero de mayor longitud.

**Reversible:** En virtud que el reversible se encuentra deteriorado y aprovechando el cambio de conductor, se recomienda su reemplazarlo.

**Cambio de ducto metálico para acometida:** La tubería rígida de 3” que baja por el poste P070715 llegando hasta la caja de paso de hormigón, deberá ser cambiada por otra tubería rígida pero con diámetro de 4” ya que la tubería actual no cumple con las normas eléctricas establecidas por el *NATSIM* pág. 40 literal 14.5 *Ductos de entrada al cuarto de transformadores*, el cual indica que: “la canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería rígida, aprobada para el uso eléctrico con un diámetro mínimo de 3” para sistemas monofásicos, y de 4” para sistemas trifásicos”.

**Construcción de caja de paso de hormigón armado para acometida:** El suministro de energía eléctrica es mediante una acometida aérea que se convierte en subterránea, bajando por una tubería rígida y pasando por dos cajas de paso. La nueva acometida seguirá con la misma modalidad y en vista que la nueva ubicación del cuarto de transformación se deberá adicionar otra caja de paso de hormigón armado con medidas (180 x 100 x 100) cm con triple tapa.

#### 5.1.1 Cuarto de transformación

De acuerdo a las normas eléctricas establecidas por el *NATSIM* pág.37 literal 14.1 *Requerimientos para Cuartos de Transformadores*, el cual indica que: “Si la demanda total de cualquier inmueble excede a 30KW el proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado a alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores”, en este caso se deberá construir un nuevo cuarto de transformación, pues el nuevo transformador a instalarse será de 1000 KVA para lograr suplir la nueva demanda de la Unidad Educativa, los cuales se pueden observar en las **Planillas y Cálculo de demanda**. Ver anexos.

El cuarto de transformación deberá poseer las siguientes medidas: (400 x 400) cm para uso exclusivo del transformador y (200 x 200) cm para alojar a las celdas de medición, celda de remonte y celdas seccionadoras. Su ubicación deberá cumplir con las normas eléctricas establecidas por el *NATSIM* pág.37 literal 14.2 *Ubicación del Cuarto de Transformadores*, el cual indica que: “El cuarto de transformadores estará ubicado a nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública”, en este caso el cuarto de transformadores deberá estar ubicado en la Planta Baja del Bloque Central – Norte y tanto sus puertas como el tablero de medición estarán ubicadas en el exterior del inmueble con vista a la calle (Av. Domingo Comín).

**Instalación de Alumbrado general, de emergencia y tomacorrientes para servicios generales:** El nuevo cuarto de transformación deberá contar además de luminarias, también con tomacorrientes, como lo indica las normas eléctricas establecidas en el *NATSIM* pág.38 literal 14.3 *Características Constructivas del Cuarto de Transformadores*, el cual indica que: “Dentro del cuarto de transformadores y junto a su puerta de acceso se instalará un punto de luz aplique y un tomacorriente de 120 voltios”, en este caso por las dimensiones del cuarto, se ubicará un punto eléctrico para luminaria 3x32w en el cuarto que aloja al transformador, un punto eléctrico para luminaria 3x32w en el cuarto que aloja a las celdas de medición y dos puntos eléctricos para luminarias 3x32w en el cuarto de tableros junto al cuarto de transformación, además cada cuarto contará con su respectivo punto eléctrico de tomacorrientes para servicios generales.

En cada puerta de acceso se deberá ubicar lámparas de emergencia para señalización de las áreas en caso de presentarse alguna emergencia.

#### 5.1.2 Transformador trifásico

En vista del incremento en el número de aulas, departamentos administrativos, áreas de servicio como la capilla y el nuevo auditorio, la Unidad Educativa Salesiana “Domingo Comín” requerirá mayor demanda del suministro eléctrico, en virtud que las nuevas cargas a instalarse como acondicionadores de aire; representan un mayor consumo, se necesitará realizar el cambio de transformador actual.

**Cambio del actual banco de transformadores monofásicos de 75 KVA por un transformador trifásico de 1000 KVA:** Esto se debe al incremento de carga que se va a realizar, principalmente por la climatización a incorporarse en todas las áreas de la

Unidad Educativa, en este caso el nuevo transformador será trifásico y no un banco de transformadores debido a los costos de adquisición y rendimiento en el sistema eléctrico.

En las **Planillas y Cálculo de demanda** ubicado en **anexos** se puede observar que la demanda máxima estimada para el proyecto será de 614,819 Kw.

De acuerdo al triángulo de potencias de la fotografía 5.1, tenemos que:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{S}$$

Donde:

P = Potencia Activa del Transformador (KW)

Cos  $\varphi$  = Factor de Potencia sugerido por la empresa distribuidora = 0,9

Entonces para obtener la capacidad del transformador en KVA, se despejará la fórmula obteniendo:

$$S = \frac{P}{\text{Cos}\varphi} = \frac{614,819 \text{ KW} * 1,25 \text{ (factor de reserva)}}{0,9} = 835,351 \text{ KVA}$$

De esta manera el transformador trifásico a colocarse deberá ser de 1000 KVA, el cual suplirá la nueva demanda en su totalidad, al mismo tiempo de obtener capacidad de reserva para futuras cargas. Se recomienda las siguientes características:

- Tipo autorefrigerado con tanque de aceite y radiadores para ventilación.
- Todas las conexiones en media tensión deberán ser realizadas con puntas terminales desde los bushing de alta tensión y aisladas con cinta autofundente 3M #33 y #23.
- Voltaje primario y secundario: 13200 V – 208 V
- Corriente primaria y secundaria: 21.87 A – 1388 A
- Número de Fases: 3
- Potencia Nominal: 1000 KVA
- Clase de Aislamiento: OA
- Frecuencia: 60 HZ

- Aceite: mineral
- VCC% : 4.82%
- Nivel de aislamiento: 118 KV
- Conexión: DY5
- Refrigeración: ONAN
- Volumen de aceite: 470 Lt
- Z%: 1.5

### 5.1.3 Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra será realizado por medio de un pozo de 60cm de profundidad y con 8 varillas cobre COOPERWELD de ½” de diámetro y 180cm de longitud.

### 5.1.4 Celda de Medición / Transformadores de Instrumento o Medición

La celda de medición es una disposición de la Empresa Eléctrica de Guayaquil en ciertos casos donde por espacios de bastidores sea de riesgo o en zonas regeneradas para evitar el impacto visual de los equipos, la misma que en ocasiones es suministrada por la empresa distribuidora de energía cuando ellos consideren viable dicha provisión y se coloca en el exterior de los predios. En el caso puntual de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín por encontrarse en una zona regenerada se debe colocar la celda de medición dentro del cuarto de transformación.

Por motivos de aumento de carga se requiere de nuevos transformadores de medición y de acuerdo a la *Tabla 2.2 Relación de Transformación de los “TC”*, los nuevos transformadores de corriente serán de 50 – 5A marca ABB y los transformadores de potencial serán de 70-1 marca ABB, los cuales se deben colocar dentro de un tablero fabricado con plancha galvanizada de 3mm formando una estructura metálica troquelada, pintada al horno con pintura electrostática (pintura en polvo) y cerradura tipo maneta.



Figura 5.1 Celda de Medición  
Fuente: Los Autores

#### 5.1.5 Celda seccionadora

El seccionador tripolar estará ubicado junto al cuarto de transformación como se indica en los planos y se deberá constituir en un gabinete metálico conteniendo un seccionador de operación bajo carga 630 A en SF6 marca Schneider, seccionador de puesta a tierra (SF6), un juego de barras tripolar para conexión superior, mando seccionador manual CIT, equipo indicador de presencia de tensión, con su respectivo juego de bornes para conexión y demás accesorios.

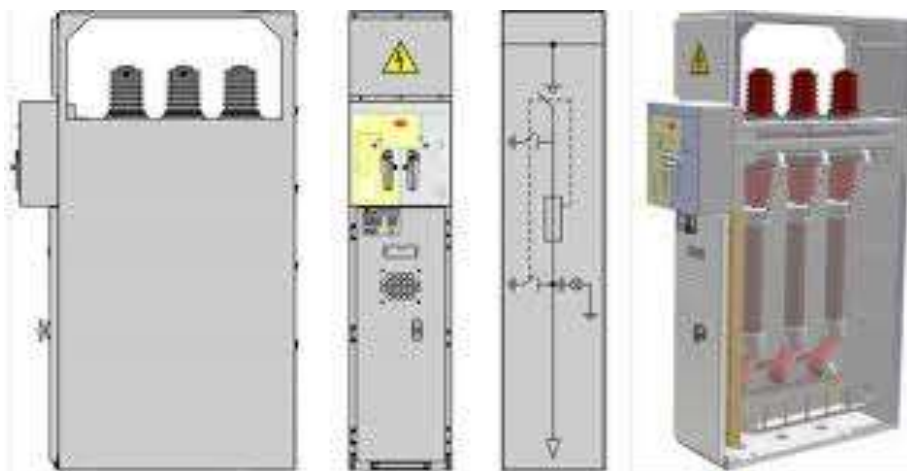


Figura 5.2 Celda de Medición  
Fuente: Los Autores



### 5.1.6 Contador de energía

El contador de energía no tendrá cambios en características y será el mismo que se encuentra actualmente tal como se mencionó en el CAPÍTULO IV sección 4.2.1.4 Contador de Energía, a menos que la empresa Distribuidora decidiera lo contrario.

Las características del contador de energía se encuentran en CAPÍTULO IV - Tabla 4.5 Datos del Medidor.

### 5.2 Sistema de distribución eléctrica en baja tensión

El sistema de distribución eléctrica en baja tensión partirá desde los bushing del transformador en el lado de baja tensión, hacia el tablero de distribución principal, donde éste a su vez suministrará de energía eléctrica a todos los tableros de distribución secundarios y de esta forma llegar hasta las cargas finales.

En la propuesta planteada se considera un tablero de distribución principal o también llamado tablero de distribución general y ocho tableros de distribución secundaria, los cuales serán distribuidos de forma estratégica, cumpliendo con las normativas del NEC y las normas eléctricas nacionales (NATSIM).

Los tableros de distribución deberán ser fabricados con plancha galvanizada de 3mm formando una estructura metálica troquelada, pintada al horno con pintura electrostática (pintura en polvo) y cerradura tipo maneta. Dichos tableros deberán estar debidamente rotulados por el fabricante con los siguientes datos:

- El nombre del fabricante o la marca comercial
- La tensión nominal
- La corriente nominal
- El número de fases
- Rótulos de peligro eléctrico

Para los cálculos de las protecciones y de los alimentadores se tomará en consideración factores de coincidencia en todos los circuitos derivados o también llamados circuitos

secundarios, debido a que no todas las cargas estarán operativas en su totalidad ni al mismo tiempo y de esta manera poseer un óptimo dimensionamiento en las protecciones y en las acometidas del nuevo sistema eléctrico.

En el caso de los tableros de climatización se utilizará un factor de coincidencia de 0.8 puesto que los equipos no estarán constantemente encendido ni sus compresoras coinciden en su  $I_{AR}$ . Para el caso de los circuitos de alumbrado también se considerarán un factor de demanda de 0.8 debido al uso de los espacios y en ciertas áreas en el día por falta de iluminación natural; es decir, luz solar y, finalmente, para los circuito derivados de tomacorrientes de servicios generales se considerará un factor de demanda de 0.4 a diferencia de los circuitos de tomacorrientes de proyectores y audio en los que se utilizara 0.7 por su constante uso en cada una de las aulas por ser de carácter indeterminados y de menor carga.

#### 5.2.1 Tablero de distribución principal

El Tablero de Distribución Principal TDP o TDG, estará ubicado en el Bloque Norte – Planta Baja en el cuarto de Tableros de Distribución junto al cuarto de transformación, su alimentación se lo realizará por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10)cm de ancho x alto, por donde pasará la acometida 3F#(4x500MCM) + N#(4x500MCM) + T#4/0 con un recorrido aproximado de 10 metros, tal como se indica en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos** y servirá para suministrar de energía eléctrica a los Tableros de Distribución Secundaria (TDS-1, TDS-2, TDS-3, TDS-4, TDS-5, y TDS-7).

A continuación se detalla las características técnicas del Tablero de Distribución Principal:

#### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL**

Dimensiones del Tablero: 200 x 180 x 60cm (alto x ancho x profundidad)

Total de Disyuntores: 6 unidades

Tipo de Circuito: Alimentación para Tableros de Distribución Secundaria

Tensión: 220v

Corriente Nominal: 2049,10A

Disyuntor Principal: 2500A – 3P regulable (1000A - 2500A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (4x500MCM) + N# (4x500MCM) + T#4/0

Barras de Distribución: 3F (2#50x10) mm + N (50x10) mm + T (50x10) mm – ancho x espesor

El Tablero de Distribución Principal TDG constará de un disyuntor principal de 2500A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de sobre corriente. Desde las barras se proveerá de energía a seis disyuntores, los cuales se distribuirán de la siguiente manera: cuatro de 800A – 3P regulable (480A – 800A) tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para los tableros de distribución secundaria TDS-1, TDS,2 TDS-5, TDS-7, uno de 250A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para el tablero de distribución secundaria TDS-3, uno de 320A – 3P regulable (224A – 320A) tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para el tablero de distribución secundaria TDS-4.

#### 5.2.2 Tableros de distribución secundaria

Los Tableros de Distribución Secundaria serán ubicados estratégicamente en los centros de carga más significativos para evitar caídas de voltaje y optimizar los recursos. Las dimensiones de los tableros son: 200 x 180 x 60 cm (alto x ancho x profundidad).

A continuación se detalla las características técnicas de Tableros:

#### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-1**

Total de Disyuntores: 54 unidades

Tipo de Circuito: Climatización Bloque Norte

Tensión: 220v

Corriente Nominal: 586,03A

Disyuntor Principal: 800A – 3P regulable (480A - 800A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (3x3/0) + N# (2x3/0) + T#2

Barras de Distribución: 3F# (40x10) mm + N# (40x10) mm + T# (25x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-1 partirá desde la parte trasera del actual taller de ajuste mecánico, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10)cm de ancho x alto, por donde pasará la acometida 3F#(3x3/0) + N#(2x3/0) + T#2 con un recorrido aproximado de 32 metros, tal como se indica en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos** y servirá para suministrar de energía eléctrica a la climatización del Bloque Norte (Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso).

El TDS-1 constará de un disyuntor principal de 800A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero, veintisiete disyuntores de 50A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades condensadoras y veintisiete disyuntores de 15A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades evaporadoras de las aulas del Bloque Norte, los cuales se ha considerado 60000BTU con un factor de coincidencia de 0.8 debido al uso proyectada en ésta área. Para el cálculo de los acondicionadores de aire se ha de tomar en cuenta los siguientes factores: dimensiones del área a climatizar y carga térmica (personas, computadores, proyector, etc.)

## **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-2**

Total de Disyuntores: 54 unidades

Tipo de Circuito: Climatización Bloque Central - Norte

Tensión: 220v

Corriente Nominal: 546,16 A

Disyuntor Principal: 800A – 3P regulable (480A - 800A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F (3x3/0) + N (2x3/0) + T#2

Barras de Distribución: 3F# (40x10) mm + N# (40x10) mm + T# (25x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-2 partirá desde las afueras del cuarto de transformación, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10)cm de ancho x alto, donde pasará la acometida 3F#(3x3/0) + N#(2x3/0) + T#2 con un recorrido aproximado de 05 metros, tal como se indica en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos** y servirá para dotar de energía eléctrica a toda la climatización del Bloque Central – Norte ( Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso ).

El TDS-2 constará de un disyuntor principal de 800A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad , veintisiete disyuntores de 50A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades condensadoras y veintisiete disyuntores de 15A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades evaporadoras, de los cuales cuatro disyuntores son para acondicionadores de aire de 36000BTU, cuatro disyuntores para acondicionadores de aire de 60000BTU (2 de ellos para el área de la Capilla, ubicada en el Primer Piso) con un factor de coincidencia de 0.6, debido a que son áreas que serán utilizadas para eventos específicos y su climatización no será utilizada con frecuencia y diecinueve disyuntores para acondicionadores de aire de 48000BTU (3 de ellos para el área de Auditorio, ubicada en el Primer Piso junto a la Capilla un factor de coincidencia de 0.6, de igual manera debido a que son áreas para eventos específicos y su climatización no será utilizada con frecuencia).

Las capacidades de los equipos de climatización se han considerado, las dimensiones del área a climatizar y a la carga térmica (personas, computadores, etc.).

### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-3**

Total de Disyuntores: 12 unidades

Tipo de Circuito: Paneles de Distribución

Tensión: 110v - 220v

Corriente Nominal: 216,04A

Disyuntor Principal: 250A – 3P

Acometida Principal de Alimentación: 3F#4/0 + N#3/0 + T#2

Barras de Distribución: 3F# (25x3) mm + N# (25x3) mm + T# (15x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-3 partirá desde el Tablero de Distribución General TDG, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10) cm de ancho x alto por donde pasará la acometida 3F#4/0 + N#3/0 + T#2 con un recorrido aproximado de 30 metros. tal como se indica en el **Plano de Implantación General (propuesto) Lámina#1 ubicado en anexos** y servirá para dotar de energía eléctrica a los paneles PDS-1, PDS-2, PDS-5, PDS-6, PDS-16, PDS-18, PDS-20, PDS-21, PDS-22, PDS-30, PDS-31 y PDS-32.

El TDS-3 constará de un disyuntor principal de 250A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad, cuatro disyuntores de 20A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-2, PDS-5, PDS-6 y PDS-32, tres disyuntores de 30A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-1, PDS-22 y PDS-31, dos disyuntores de 30A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-18 y PDS-21, dos disyuntores de 40A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-20 y PDS-30, y un disyuntor de 50A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-16.

#### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-4**

Total de Disyuntores: 10 unidades

Tipo de Circuito: Paneles de Distribución

Tensión: 110v - 220v

Corriente Nominal: 255,41A

Disyuntor Principal: 320A – 3P REGULABLE (224A – 320A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (2x2/0) + N#2/0 + T#2

Barras de Distribución: 3F# (25x5) mm + N# (25x5) mm + T# (15x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-4 partirá desde el Tablero de Distribución General TDG, por medio de cajas de paso y ductos subterráneos de 2" por donde pasará la acometida 3F# (2x2/0) + N#2/0 + T#2 con un recorrido aproximado de 70 metros, tal como se ilustra en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos**. Servirá para energizar a los paneles PDS-3 y PDS-4, PDS-8, PDS-9, PDS-10, PDS-11, PDS-12, PDS-13, PDS-26, PDS-27.

El TDS-4 constará de un disyuntor principal de 300A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad, un disyuntor de 20A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-4, un disyuntor de 30A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-3, un disyuntor de 40A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-26, tres disyuntores de 60A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-10, PDS-12 y PDS-13, un disyuntor de 70A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-11, un disyuntor de 80A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-27, dos disyuntores de 90A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-8 y PDS-9.

#### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-5**

Total de Disyuntores: 09 unidades

Tipo de Circuito: Climatización y Paneles de Distribución

Tensión: 110v - 220v

Corriente Nominal: 119,32A

Disyuntor Principal: 800A – 3P REGULABLE (480A – 8000A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (3x3/0) + N# (2x3/0) + T#2

Barras de Distribución: 3F# (40x10) mm + N# (40x10) mm + T# (25x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-5 partirá desde el Tablero de Distribución General TDG, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10) cm de ancho x alto por donde pasará la acometida 3F# (3x3/0) + N# (2x3/0) + T#2 con un recorrido aproximado de 120 metros. y servirá para dotar de energía eléctrica a las equipos de climatización de la Planta Baja del Bloque Sur, además de energizar el panel PDS-19 y el tablero TDS-6, tal como se ilustra en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos.**

El TDS-5 constará de un disyuntor principal de 800A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad, siete disyuntores de 50A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades condensadoras y siete disyuntores de 15A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades evaporadoras, de los cuales cuatro disyuntores son para acondicionadores de aire de 60000BTU, tres disyuntores para acondicionadores de aire de 48000BTU, en ambos casos se considera un factor de coincidencia de 0.8, un disyuntor de 30A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-19 y un disyuntor de 500A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al Tablero de Distribución TDS-6.

#### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-6**

Total de Disyuntores: 18 unidades

Tipo de Circuito: Climatización y Paneles de Distribución

Tensión: 110v - 220v

Corriente Nominal: 368,92A

Disyuntor Principal: 500A – 3P

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (2x4/0) + N#4/0 + T#2

Barras de Distribución: 3F# (30x10) mm + N# (30x10) mm + T# (25x3) mm - ancho x espesor



La alimentación hacia el Tablero TDS-6 partirá desde el Tablero de Distribución Secundaria TDS-5, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10)cm de ancho x alto por donde pasará la acometida  $3F\#(2x4/0) + N\#4/0 + T\#2$  con un recorrido aproximado de 45 metros, tal como se ilustra en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos** y servirá para dotar de energía eléctrica a las equipos de climatización del Bloque Sur y bloque Central Sur – Primer Piso, PDS-7, PDS-14, PDS-15, PDS-17, PDS-23, PDS-24, PDS-25, PDS-33, PDS-34, PDS-35 y PDS-36.

El TDS-6 constará de un disyuntor principal de 500A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad, siete disyuntores de 50A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades condensadoras y siete disyuntores de 15A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades evaporadoras, de los cuales cuatro disyuntores son para acondicionadores de aire de 60000BTU, tres disyuntores para acondicionadores de aire de 48000BTU, en ambos casos se considera un factor de coincidencia de 0.8, dos disyuntores de 30A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-19, un disyuntor de 20A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-23, dos disyuntores de 30A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-17, PDS-24 y PDS-25, dos disyuntores de 50A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica a los paneles PDS-14 y PDS-15, un disyuntor de 60A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS.

### **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA TDS-7**

Total de Disyuntores: 18 unidades

Tipo de Circuito: Climatización y Paneles de Distribución

Tensión: 110v - 220v

Corriente Nominal: 475,22A

Disyuntor Principal: 800A – 3P REGULABLE (480A – 8000A)

Acometida Principal de Alimentación: 3F# (3x3/0) + N# (2x3/0) + T#2

Barras de Distribución: 3F# (40x10) mm + N# (40x10) mm + T# (25x3) mm - ancho x espesor

La alimentación hacia el Tablero TDS-7 partirá desde el Tablero de Distribución General TDG, por medio de bandeja portacable tipo escalerilla de (20 x 10) cm de ancho x alto por donde pasará la acometida 3F# (3x3/0) + N# (2x3/0) + T#2 con un recorrido aproximado de 70 metros. Servirá para dotar de energía eléctrica a 16 equipos de climatización del Bloque Sur y bloque Central Sur – Primer Piso, PDS-28 y PDS-29, tal como se ilustra en el **Plano de Implantación General Propuesto (Lámina#1) ver anexos.**

El TDS-7 constará de un disyuntor principal de 750A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para protección general del tablero en caso de alguna eventualidad, dieciséis disyuntores de 50A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades condensadoras y dieciséis disyuntores de 15A – 2P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para las unidades evaporadoras, de los cuales cuatro disyuntores son para acondicionadores de aire de 60000BTU, considerando un factor de coincidencia de 0.8, dos disyuntores de 200A – 3P tipo caja moldeada marca SCHNEIDER para suministrar energía eléctrica al panel PDS-28 y PDS-29.

### 5.2.3 Paneles de distribución

Los paneles de distribución en su totalidad serán trifásicos, esto se debe a mejorar el balance de carga y el dimensionamiento de la acometida de cada uno de ellos. Una vez identificados los circuitos que estarán dentro de un panel de distribución procederemos a encontrar la potencia instalada de la siguiente manera:

Potencia Instalada =  $P_i$

Potencia Unitaria =  $P_u$

Número de Puntos del circuito = # Puntos

Factor de Coincidencia =  $f_c$

$$P_i = P_u * \#Puntos * f_c$$

En los circuitos de iluminación se ha establecido un factor de coincidencia de 0.8, en función que se proyecta el uso de láminas anti-solares en las ventanas de las áreas de docencia por el uso de sistemas audio-visuales, por este motivo la mayor parte del tiempo se debe utilizar iluminación forzada. A su vez en los circuitos de tomacorrientes el Factor de Coincidencia considerado para servicios generales es de 0.4 debido a las cargas proyectadas en estos circuitos como por ejemplo celulares (20w), en las mañanas, equipos de cómputo portables (65w), y tabletas (30w) en las noches, sin embargo en los circuitos de tomacorrientes que corresponden a proyector, audio y PC del docente se está considerando 0.7 por la utilización de los mismos.

Una vez establecida la potencia instalada procedemos a encontrar la corriente nominal del Panel de distribución de la siguiente manera:

Corriente Nominal =  $I_n$

Potencia Instalada =  $P_i$

Voltaje de línea a línea =  $V_{ll}$

Factor de Potencia =  $f_p$

Constante en sistemas Trifásicos =  $\sqrt{3}$

$$I_n = P_i / (V_{ll} * f_p * \sqrt{3})$$

El código eléctrico nacional requiere protección al 125%, por este motivo la constante a utilizarse para dimensionar el disyuntor será 1.25 como se indica en la siguiente formula:

Disyuntor =  $D_y$

Corriente Nominal =  $I_n$

Constante Protección =  $K_p$

$$D_y = I_n * K_p$$

Si luego de realizar esta operación no se encuentra disponible una protección de la corriente calculada, se debe elegir el inmediato superior.

La acometida debe estar en capacidad de soportar la ampacidad del disyuntor y la corriente máxima de la potencia instalada.

Teniendo como referencia la Tabla 5.1 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su capacidad de conducción de corriente (A) procedemos a dimensionar la acometida del panel en base al criterio obtenido a lo largo de nuestro proceso de formación.

La ductería para la acometida del panel de distribución teniendo como referencia la Tabla 5.2 Diámetro de conductos según la sección y número de los conductores.

#### 5.2.3.1 Descripción de los paneles de distribución

Panel de distribución **PDS-1** se encuentra ubicado en el bloque Central-Norte (Educación Básica) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 13 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 6800W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación AULA B-117
  - ✓ Iluminación AULA B-118
  - ✓ Iluminación AULA B-109
  - ✓ Iluminación AULA B-116
  - ✓ Iluminación AULA B-113
  - ✓ Iluminación AULA B-111
  - ✓ Iluminación AULA B-108 + Baño de Niños
  - ✓ Iluminación AULA B-107 + Baño de Niñas
  - ✓ Iluminación AULA B-115 + Consejería
  - ✓ Iluminación AULA B-114 + B-112
  - ✓ Iluminación AULA B-110 + Pasillo

- ✓ Iluminación Pasillo
- ✓ Iluminación Pasillo + Cto. Transformadores

Panel de distribución **PDS-2**.- se encuentra ubicado en el bloque Central-Norte (Educación Básica) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 9 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada.
- La potencia instalada es de 5430W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B115 y B116 + Consejería
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B117 y B118
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B111 y B113
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B114 y B112
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B110 y B107
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B108 y B109
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales B-113, B-116, B-117, B-118.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales B-110, B-112, B-114, B-115.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales B-107, B-108, B-109, B-111.

Panel de distribución **PDS-3**.- se encuentra ubicado en el bloque Central-Sur (Administrativos) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 11 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.

- La potencia instalada es de 5600W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Secretaría
  - ✓ Iluminación Sala de Profesores II
  - ✓ Iluminación Sala de Profesores I + Pasillo
  - ✓ Iluminación Adquisiciones
  - ✓ Iluminación PPF + Baños
  - ✓ Iluminación Colecturía + Baños
  - ✓ Iluminación Director, Pastoral y RRHH
  - ✓ Iluminación Ingreso Principal CDC

Panel de distribución **PDS-4**.- se encuentra ubicado en el bloque Central-Sur (Administrativos) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4200W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Rectorado, Vicerrectorado y RRPP.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Coordinación Académica + Pasillo.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Secretaria + Sala de Profesores I.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Adquisiciones + Sala de Profesores II.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Colecturía, Hall y atención PPF.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Director y Pastoral.

Panel de distribución **PDS-5**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Norte (Acceso Escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 10 disyuntores de 20A-1P.

- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 5120W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Pasillo PB sector ESTE
  - ✓ Iluminación Pasillo PB sector OESTE
  - ✓ Iluminación Baños Hombres/Mujeres
  - ✓ Iluminación Aula B-100
  - ✓ Iluminación Aula B-101
  - ✓ Iluminación Oficina y Bodega
  - ✓ Iluminación Aula B-102
  - ✓ Iluminación Aula B-103
  - ✓ Iluminación Aula B-104
  - ✓ Iluminación Aula B-105

Panel de distribución **PDS-6.-** se encuentra ubicado en la planta baja del bloque Norte y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 12 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada.
- La potencia instalada es de 4980W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B100 y B101
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B102 y B103
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) B104 y B105
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Oficina Administrativa

- ✓ Tomacorrientes S. Generales Pasillos
- ✓ Tomacorrientes Extractor de olores y secadores de mano.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-100, B-101.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-101, B-102.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-102, B-103.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-103, B-104.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-104, B-105.

Panel de distribución **PDS-7**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Sur (Acceso Data Center) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 6 disyuntores de 20A-1P. y 4 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 3860W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Biblioteca.
  - ✓ Iluminación Pasillo Sur + Escaleras.
  - ✓ Iluminación Pasillo Laboratorios.
  - ✓ Iluminación Pasillo Central.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Biblioteca.
  - ✓ Tomacorrientes S. Pasillo Central.
  - ✓ Tomacorrientes S. Pasillo Laboratorios.

Panel de distribución **PDS-8**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Mantenimiento y Maquinaria) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 6 disyuntores de 20A-3P.



- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#2 + N#4 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 90A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 23160W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio Mantenimiento y Maquinaria.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio Mantenimiento y Maquinaria.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio Mantenimiento y Maquinaria.
  - ✓ Motores Trifásicos de 5 HP Laboratorio Mantenimiento y Maquinaria.

Panel de distribución **PDS-9**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Instalaciones Eléctricas) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P.
- Internamente contiene 1 disyuntores de 30A-1P.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 20A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 90A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 15800W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio Instalaciones Eléctricas.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio Instalaciones Eléctricas.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio Instalaciones Eléctricas.
  - ✓ Motores Trifásicos de 5 HP Laboratorio Instalaciones Eléctricas

Panel de distribución **PDS-10**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Enlaces de Transformación) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 3 disyuntores de 20A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 60A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 15800W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio Enlaces de Transformación.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio Enlaces de Transformación.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio Enlaces de Transformación.
  - ✓ Transformadores Trifásicos de 3KVA + Accesorios ubicados en el Laboratorio Enlaces de Transformación

Panel de distribución **PDS-11**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Controles) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntores de 30A-1P y 4 disyuntores de 20A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportará la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 70A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 17080W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Controles.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Controles.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Controles.
  - ✓ Módulos de control.

Panel de distribución **PDS-12**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Automatización) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 4 disyuntores de 20A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 60A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 15800W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Automatización.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Automatización.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Automatización.
  - ✓ Módulos de Automatización PLC con equipos.

Panel de distribución **PDS-13**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Laboratorio de Electrónica General) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 4 disyuntores de 20A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 60A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 13880W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Electrónica General.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Electrónica General.

- ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Electrónica General.
- ✓ Módulos de Señales y Sistemas Laboratorio de Electrónica General.

Panel de distribución **PDS-14.**- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Sur (Laboratorio de Computo 1) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 7 disyuntores de 20A-1P y 1 disyuntor de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 50A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 12330W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Computo 1.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Computo 1.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Computo 1.
  - ✓ Circuitos de Tomacorrientes para PC de estudiantes Laboratorio de Computo 1.

Panel de distribución **PDS-15.**- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Sur (Laboratorio de Computo 2) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 7 disyuntores de 20A-1P y 1 disyuntor de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 50A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 12330W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Computo 2.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Computo 2.

- ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Computo 2.
- ✓ Circuitos de Tomacorrientes para PC de estudiantes Laboratorio de Computo 2.

Panel de distribución **PDS-16**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Norte (Laboratorio de Computo 3) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 7 disyuntores de 20A-1P y 1 disyuntor de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 50A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 12330W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Laboratorio de Computo 3.
  - ✓ Tomacorrientes Laboratorio de Computo 3.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Laboratorio de Computo 3.
  - ✓ Circuitos de Tomacorrientes para PC de estudiantes Laboratorio de Computo 3.

Panel de distribución **PDS-17**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Sur (Data Center, Coordinación Técnica y Mantenimiento) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 1 disyuntores de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 4 disyuntores de 20A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/2”
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.

- La potencia instalada es de 7270W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Data Center.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Data Center.
  - ✓ Tomacorrientes Especiales RACK (Regulados) 1.
  - ✓ Tomacorrientes Especiales RACK (Regulados) 2.
  - ✓ Tomacorrientes Especiales RACK (Regulados) 3.
  - ✓ Tomacorrientes para UPS.

Panel de distribución **PDS-18**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Norte (Cuarto de Bombas A) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 1 disyuntor de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 2 disyuntor de 30A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 2F#10 + N#12 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-2P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4395W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Cuarto de bomba - A.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Cuarto A.
  - ✓ Bomba de agua 5HP.
  - ✓ Bomba de agua 5HP.
  - ✓ Bomba de agua 5HP.

Panel de distribución **PDS-19**.- se encuentra ubicado en el la planta baja del bloque Central-Norte (Cuarto de Bombas B) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, bifásico de 8 espacios.
- Internamente contiene 1 disyuntor de 20A-1P, 1 disyuntor de 30A-1P y 2 disyuntor de 30A-2P.

- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 2F#10 + N#12 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-5 mediante un disyuntor de 30A-2P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4395W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Cuarto de bomba - B.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Cuarto B.
  - ✓ Bomba 1 de agua 5HP.
  - ✓ Bomba 2 de agua 5HP.
  - ✓ Bomba 3 de agua 5HP.

Panel de distribución **PDS-20**.- se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Central-Norte (Auditorium) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 11 disyuntores de 20A-1P y 3 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 6350W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Capilla.
  - ✓ Iluminación Auditorium.
  - ✓ Iluminación Hall principal primer piso alto.
  - ✓ Iluminación Hall principal primer piso alto + Escaleras.
  - ✓ Iluminación Aulas B212 y B211.
  - ✓ Iluminación Aula B210.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Auditorium.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Auditorium.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B212 y B211.

- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B210 y Auditórium.
- ✓ Tomacorrientes S. Generales B-210, B211 y B-212.

Panel de distribución **PDS-21**, se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Norte (Acceso Escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 13 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 6560W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Pasillo Primer Piso.
  - ✓ Iluminación Baños Hombres/Mujeres
  - ✓ Iluminación Aula B200.
  - ✓ Iluminación Aula B201.
  - ✓ Iluminación Aula B202.
  - ✓ Iluminación Aula B203.
  - ✓ Iluminación Aula B204.
  - ✓ Iluminación Aula B205.
  - ✓ Iluminación Aula B206.
  - ✓ Iluminación Aula B207.
  - ✓ Iluminación Aula B208.
  - ✓ Iluminación Aula B209.

Panel de distribución **PDS-22**, se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Norte (Acceso Escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 5 disyuntores de 20A-1P y 7 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.



- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 5430W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Tomacorrientes Extractor de olores y secadores de mano.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Pasillo.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aula B-200 y B-201.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aula B-202 y B-203.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aula B-204 y B-205.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aula B-206 y B-207.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aula B-208 y B-209.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B200 y B201.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B202 y B203.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B204 y B205.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B206 y B207.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B208 y B209.

Panel de distribución **PDS-23**.-se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Sur (Acceso Escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, bifásico de 12 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 20A-2P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 2160W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Pasillo Sur + Baño.
  - ✓ Iluminación Pasillo Sur
  - ✓ Iluminación Pasillo Central-Sur + Escaleras.
  - ✓ Iluminación Pasillo Central-Norte.

Panel de distribución **PDS-24**, se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Central-Sur (Laboratorio de Química e Imagen) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 20A-1P y 2 disyuntores de 30A-1P.
- Internamente contiene 2 disyuntores de 20A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 7550W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Química.
  - ✓ Iluminación Imágenes.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Química.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Imágenes.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio)
  - ✓ Alimentación de mesas de trabajo
  - ✓ Módulos de Audio.

Panel de distribución **PDS-25**, se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Central-Sur (Laboratorio de Química e Imagen) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 20A-1P, 2 disyuntores de 30A-1P y 2 disyuntores de 20A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 7850W.

- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Sonido.
  - ✓ Iluminación Digitales.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Sonido + Pasillo.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Digitales + Pasillo.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio)
  - ✓ Alimentación de mesas de trabajo
  - ✓ Módulos de Digitales.

Panel de distribución **PDS-26**.- se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Central-Sur (Laboratorio de Terminales de Comunicación, Física y Biología) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 36 espacios.
- Internamente contiene 8 disyuntores de 20A-1P y 3 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 40A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 10900W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Terminales.
  - ✓ Iluminación Física.
  - ✓ Iluminación Biología.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Terminales.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Física + Pasillo.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Biología + Pasillo.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Terminales y Física
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Biología
  - ✓ Mesas de Trabajo

Panel de distribución **PDS-27**.- se encuentra ubicado en el primer piso alto del bloque Central (Salón de Usos Múltiples) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 7 disyuntores de 30A-1P y 5 disyuntores de 20A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-4 mediante un disyuntor de 80A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 20300W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Salón de Usos Múltiples primer piso alto.
  - ✓ Iluminación Salón de Usos Múltiples segundo piso alto.
  - ✓ Iluminación Salón de Usos Múltiples Reflectores.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Salón de Usos Múltiples.

Panel de distribución **PDS-28**.- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Central (Salón de Usos Múltiples) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 70A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#1/0 + N#1/0 + T#8.
- El ducto que transportara la acometida es de 2"
- La protección proviene desde el TDS-7 mediante un disyuntor de 200A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 48000W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Climatización Salón de Usos Múltiples.

Panel de distribución **PDS-29**.- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Central (Salón de Usos Múltiples) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 70A-3P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#1/0 + N#1/0 + T#8.

- El ducto que transportara la acometida es de 2”
- La protección proviene desde el TDS-7 mediante un disyuntor de 200A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 48000W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Climatización Salón de Usos Múltiples.

Panel de distribución **PDS-30**.- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Central-Norte y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 10 disyuntores de 20A-1P y 3 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4”
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 40A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 9800W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Aula B-315.
  - ✓ Iluminación Aula B-314.
  - ✓ Iluminación Aula B-313 + Bodega.
  - ✓ Iluminación Aula B-312 + Pasillo.
  - ✓ Iluminación Aula B-311 + Pasillo.
  - ✓ Iluminación Aula B-310.
  - ✓ Iluminación Pasillo Central-Norte.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-314 y B-315.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-311, B-312 y B-313.
  - ✓ Tomacorrientes S. Generales Aulas B-310 + Pasillo.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-314 y B-315.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-313 y B-311.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-312 y B-310.

Panel de distribución **PDS-31**.- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Norte (Acceso a escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 10 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 30A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 5760W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Pasillo segundo piso alto.
  - ✓ Iluminación Aula B-300.
  - ✓ Iluminación Aula B-301.
  - ✓ Iluminación Aula B-302.
  - ✓ Iluminación Aula B-303 + Baño.
  - ✓ Iluminación Aula B-304 y B-305.
  - ✓ Iluminación Aula B-306 y B-307.
  - ✓ Iluminación Aula B-309.
  - ✓ Iluminación Aula B-308 + Oficina.

Panel de distribución **PDS-32**.- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Norte (Acceso a escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 5 disyuntores de 20A-1P y 6 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-3 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4875W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Tomacorrientes extractor de olores y secadores de mano.

- ✓ Tomacorrientes Aulas B-300 y B-301.
- ✓ Tomacorrientes Aulas B-301 y B-302 + Pasillo.
- ✓ Tomacorrientes Aulas B-303 y B-304.
- ✓ Tomacorrientes Aulas B-305, B-306, B-307 y Pasillo
- ✓ Tomacorrientes Aulas B-308 y B-309 y Pasillo.
- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-300 y B-301.
- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-302.
- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-303 y B-304.
- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-305 y B-306.
- ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-307 y B-308.

Panel de distribución **PDS-33.**- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Sur (Acceso a escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 8 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4560W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Pasillo Sur + Oficina + Escaleras.
  - ✓ Iluminación Pasillo Sur.
  - ✓ Iluminación Pasillo Central
  - ✓ Iluminación Aula B-323 y B-324.
  - ✓ Iluminación Aula B-322 + Baños.
  - ✓ Iluminación Aula B-320 y B-321.
  - ✓ Iluminación Aula B-319 y B-318.
  - ✓ Iluminación Aula B-317 y B-316.

Panel de distribución **PDS-34.**- se encuentra ubicado en el segundo piso alto del bloque Sur (Acceso a escaleras) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 5 disyuntores de 20A-1P y 3 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#8 + N#10 + T#12.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 20A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 4035W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Tomacorrientes Aulas B-322, B-323 y B-324.
  - ✓ Tomacorrientes Aulas B-319, B-320 y B-321.
  - ✓ Tomacorrientes Aulas B-316, B-317 y B-318.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aula B-316.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-317 y B-318.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-319 y B-320.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-321 y B-322.
  - ✓ (Proyector + PC + Audio) Aulas B-323 y B-324.

Panel de distribución **PDS-35**.- se encuentra ubicado en la planta baja del bloque Sur (Área de comidas) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 20A-1P y 10 disyuntores de 30A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#6 + N#8 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4"
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 60A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 13840W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Patio de Comidas.
  - ✓ En el diseño se proponen 10 locales en el área de comidas y se dejará dispuesto un disyuntor de 30A-1P para cada local con su respectiva alimentación hasta cada uno de los espacios. Una vez asignados cada



ocupante podrá distribuir en base a sus necesidades los puntos de energía ya sean de tomacorrientes o alumbrado, se ha estimado una carga de 500W para cada puesto de trabajo.

Panel de distribución **PDS-36**.- se encuentra ubicado en la planta baja del bloque Sur (Área de comidas) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo Square-D, trifásico de 24 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 50A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#2 + N#4 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 2”
- La protección proviene desde el TDS-6 mediante un disyuntor de 150A-3P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 32000W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Climatización en Patio de Comidas.

Panel de distribución **PDS-37**.- se encuentra ubicado en la preparatoria (Aulas) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 16 espacios.
- Internamente contiene 3 disyuntores de 20A-2P.
- Internamente contiene 9 disyuntores de 20A-1P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 2F#8 + N#8.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4”
- La protección proviene desde el TDS-8 mediante un disyuntor de 60A-2P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 8960W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación Aulas hexagonales A-B y C.
  - ✓ Circuitos de tomacorrientes en aulas hexagonales A-B y C
  - ✓ Climatización de aulas A-B y C

Panel de distribución **PDS-38**.- se encuentra ubicado en la Preparatoria (servicios generales) y presenta las siguientes características técnicas:

- Tipo General Electric, bifásico de 28 espacios.
- Internamente contiene 4 disyuntores de 50A-2P.
- La alimentación está constituida por conductores de cobre calibre: 3F#2 + N#4 + T#10.
- El ducto que transportara la acometida es de 1 1/4”
- La protección proviene desde el TDS-8 mediante un disyuntor de 30A-2P tipo caja moldeada marca Schneider.
- La potencia instalada es de 3725W.
- Este panel brinda energía a los circuitos de las siguientes áreas:
  - ✓ Iluminación de área administrativa
  - ✓ Iluminación de tres aulas grandes
  - ✓ Luces de emergencia
  - ✓ Circuitos de tomacorrientes generales
  - ✓ Iluminación en baños
  - ✓ Iluminación en pasillos

### 5.3 Conclusiones

- El nuevo cuarto de transformadores cuenta con tres divisiones cumpliendo con las normas nacionales, un cuarto exclusivo para alojar al transformador, un cuarto para las celdas de medición y otro para los tableros de distribución.
- El cuarto para las celdas de medición posee una celda de remonte, el cual sirve para la distribución de los cables eléctricos desde el transformador hacia la celda de medición.
- Por petición de la empresa distribuidora de energía se adecuó dentro del cuarto de transformación un espacio para un centro de carga a futuro.
- El tablero de distribución principal, consta con equipos de medición para la lectura de voltaje, corriente, potencia y factor de potencia en cada una de sus fases para ayuda del personal de mantenimiento y del operario en casos de ocurrir alguna eventualidad.
- Los tableros de distribución secundarios, están distribuidos estratégicamente para balancear las cargas de climatización que son las que más consumo generan.

- Se han ubicado los paneles en lugares estratégicos para la distribución de la energía y evitar caídas de voltaje por distancias excesivas.
- Existen paneles exclusivos de iluminación y paneles para tomacorrientes en cada piso.
- Cada laboratorio posee un panel de distribución que brinda energía a todas sus cargas, tanto de iluminación, tomacorrientes y circuitos especiales.
- Todos los paneles poseen espacios disponibles para instalar nuevos circuitos derivados en caso de ser necesario (capacidad de crecimiento) y sus acometidas se encuentran dimensionadas para soportar un incremento de carga de un 20% a 30%.
- Cada panel de distribución posee un disyuntor principal de protección que se encuentra en su respectivo tablero de distribución secundaria TDS.
- La mayoría de los paneles son trifásicos, lo cual nos ayuda a un mejor balance de la carga.

## CAPITULO VI

### 6 ANÁLISIS PRESUPUESTARIO.

En esta sección se procederá con el análisis presupuestario de la parte eléctrica de cada una de las áreas de la Unidad Educativa, así como también el análisis de ejecución del proyecto, las cuales deberán ser ejecutadas de acuerdo a las prioridades técnicas proporcionadas por las entidades administrativas de la institución.

#### 6.1 Prioridades Técnicas de las Instalaciones Eléctricas

El proyecto del rediseño de las instalaciones eléctricas, incremento de carga de climatización y la ampliación de capacidad del cuarto de transformación será realizado en base a un cronograma de trabajo.

La remodelación de la Unidad Educativa se realizará en cuatro etapas y debido a las prioridades técnicas será ejecutado en cuatro etapas, las cuales serán detalladas a continuación:

##### 6.1.1 ETAPA #1 - Bloque Norte (Planta Baja - Primer Piso - Segundo Piso)

En esta etapa se realizará la remodelación eléctrica del Bloque Norte (planta baja, primer piso y segundo piso), los cuales contarán con los siguientes cambios:

#### 1. Planta Baja

Se compone de 02 aulas, 02 laboratorios (Lab. máquinas eléctricas), 02 baterías sanitarias (uno para varones y otro para mujeres), 01 departamento de docencia y 01 departamento de música. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar el número de aulas. La redistribución de espacios físicos quedará de la siguiente manera: 06 aulas, 01 departamento de docencia y 02 baterías sanitarias (uno para varones y otro para mujeres, ambas serán completamente remodeladas). Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-5, PDS-6.

## 2. Primer Piso

Se compone de 03 aulas, 03 laboratorios de computación, 01 laboratorio de química y 01 departamento de cómputo. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar el número de aulas. La redistribución de espacios físicos quedará de la siguiente manera: 09 aulas, 01 laboratorio de química y 01 departamento de docencia. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-21 y PDS-22.

## 3. Segundo Piso

Se compone de 10 aulas, 01 oficina administrativa (Depto. de Talento Humano), 01 batería sanitaria (varones). Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar el número de aulas. La redistribución de espacios físicos quedará de la siguiente manera: 11 aulas, 01 batería sanitaria (varones). Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-31 y PDS-32.

Del mismo modo y producto de este cambio de carga, el actual banco trifásico de 75KVA será insuficiente para esta nueva carga en mención, por tanto la remodelación, ampliación y cambio de transformador será inmediata. Se instalarán únicamente los tableros de distribución principal (TDP-G) y dos tableros de distribución secundarios (TDS-1 y TDS-3) con sus respectivos paneles de distribución.

En todas las etapas el incremento de carga se debe básicamente a que todas las áreas del Bloque Norte estarán equipadas con acondicionadores de aire (aulas, departamentos administrativos, departamentos de docencia, etc.), por tal motivo se realizará un nuevo cuarto de transformación con un equipo trifásico de 1000KVA que contará con celda de medición, celdas seccionadoras fusible bajo carga y demás elementos de protección que sean exigidos por las normas eléctricas.

Tabla 6.1 Cálculo de demanda de la primera etapa.

CÁLCULO DE DEMANDA - ETAPA #1			
TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN	DEMANDA INSTALADA (W)	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PARCIAL (W)
TDS-1	136800	0,85	116280
<b>TDS-3</b>			
PDS-5	5120	0,85	4352
PDS-6	4980	0,85	4233
PDS-21	6560	0,85	5576
PDS-22	5430	0,85	4615,5
PDS-31	5760	0,85	4896
PDS-32	4875	0,85	4143,75
<b>TOTAL</b>	<b>169.525</b>		<b>144.096</b>
<b>TOTAL DEMANDA INSTALADA</b>	<b>169.525</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>TOTAL DEMANDA PARCIAL</b>	<b>144.096</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>TENSION</b>	<b>220</b>	<b>VOLTIOS</b>	
<b>DEMANDA MAXIMA ESTIMADA</b>	<b>144.096</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>POTENCIA APARENTE REQUERIDA</b>	<b>156,63</b>	<b>KVA</b>	
<b>TRANSFORMADOR</b>	<b>1000</b>	<b>KVA</b>	
<b>POTENCIA ACTIVA DEL TRAFIO</b>	<b>144,10</b>	<b>KW</b>	
<b>CORRIENTE NOMINAL B.T.</b>	<b>411,52</b>	<b>AMP.</b>	

Fuente: Los autores, 2014

La obra de remodelación eléctrica se inició en octubre del 2013, con un tiempo de entrega de 6 meses, **ABRIL 2014**. Actualmente se encuentra listo para la incorporación de la cabina de transformación debido al aumento de carga.

El cronograma para inicio de actividades de este espacio será en **MAYO 2014** para los estudiantes.

#### 6.1.2 ETAPA #2.- Bloque Central Sur (Planta Baja)

En esta segunda etapa se remodelará la sección eléctrica de la planta baja del Bloque Central Sur, el cual se compone de: 07 laboratorios técnicos, 02 departamentos administrativos, 02 departamentos de docencia, 01 cuarto de bomba y 02 baterías sanitarias. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando

de esta manera ampliar el número de laboratorios y departamentos administrativos. La redistribución de espacios físicos quedará de la siguiente manera: 06 laboratorios técnicos, 07 departamentos administrativos, 06 departamentos de docencia y 04 baterías sanitarias (completamente nuevos). Así mismo todos los espacios físicos descritos anteriormente contarán con climatización.

En esta parte del proyecto se instalarán dos tableros de distribución secundarios adicionales TDS-4 (distribuye energía a paneles de distribución) y TDS-7(distribuye energía a los equipos de climatización).

Tabla 6.2 Cálculo de demanda de la segunda etapa.

CÁLCULO DE DEMANDA - ETAPA #2			
TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN	DEMANDA INSTALADA (W)	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PARCIAL (W)
TDS-7	152000	0,85	129200
<b>TDS-4</b>			
PDS-3	5600	0,85	4760
PDS-4	4200	0,85	3570
PDS-8	23160	0,85	19686
PDS-9	15800	0,85	13430
PDS-10	15800	0,85	13430
PDS-11	17080	0,85	14518
PDS-12	15800	0,85	13430
PDS-13	13880	0,85	11798
PDS-17	7270	0,85	6179,5
<b>TOTAL</b>	<b>270.590</b>		<b>230.002</b>
<b>TOTAL DEMANDA INSTALADA 270.590 VATIOS</b>			
<b>TOTAL DEMANDA PARCIAL 230.002 VATIOS</b>			
<b>TENSION 220 VOLTIOS</b>			
<b>DEMANDA MAXIMA ESTIMADA 230.002 VATIOS</b>			
<b>POTENCIA APARENTE REQUERIDA 250,00 KVA</b>			
<b>TRANSFORMADOR 1000 KVA</b>			
<b>POTENCIA ACTIVA DEL TRAFO 230,00 KW</b>			
<b>CORRIENTE NOMINAL B.T. 656,86 AMP.</b>			

Fuente: Los autores, 2014

El cronograma para inicio de actividades constructivas eléctricas de este espacio será en abril 2014, con un tiempo estimado de culminación de 3 meses, es decir, **JULIO 2014 iniciarán actividades.**

6.1.3 ETAPA #3.- Bloque Sur (planta baja, primer piso, segundo piso) y Bloque Central Sur (primer piso, segundo piso)

En esta tercera etapa se realizará la remodelación eléctrica del Bloque Sur (planta baja, primer piso, segundo piso) y Bloque Central Sur (primer piso y segundo piso), los cuales contarán con los siguientes cambios:

## **BLOQUE SUR**

### 1. Planta baja

Se compone de 03 laboratorios técnicos, 01 departamento de docencia, 01 bar y 01 área deportiva (cancha de tierra). Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 02 laboratorios técnicos, 01 biblioteca, 01 cuarto de bomba y 01 patio de comida (lo conforman 10 locales comerciales y estará ubicado en el área deportiva – CANCHA DE TIERRA). Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-7, PDS-14, PDS-15, PDS-19, PDS-35 y PDS-36.

En esta parte del proyecto se instalarán un tablero de distribución secundario adicional TDS-5 (distribuye energía a los equipos de climatización y al tablero de distribución TDS-6).

### 2. Primer piso

Se compone de 04 aulas y 02 departamentos de docencia. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 04 laboratorios técnicos, 01 batería sanitaria (completamente nuevo). Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.



Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-23, PDS-24, PDS-25.

En esta parte del proyecto se instalarán un tablero de distribución secundario adicional TDS-6 (distribuye energía a los equipos de climatización y a los paneles de distribución PDS-23 y PDS-24).

### 3. Segundo piso

Se compone de 06 aulas, 01 batería sanitaria y 01 departamento de docencia. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 06 aulas y 01 batería sanitaria (remodelada). Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-33 y PDS-34.

## **BLOQUE CENTRAL SUR**

### 1. Primer piso

Se compone de 02 aulas, 02 departamentos de docencia y 01 Salón de Uso Múltiple. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 03 laboratorios técnicos y 01 Salón de Uso Múltiple. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes de los 03 laboratorios técnicos serán distribuidos por los paneles PDS-26

### 2. Segundo piso

Se compone de 03 aulas y 01 Salón de Uso Múltiple. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 03 aulas y 01 Salón de Uso Múltiple. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes de las 03 aulas serán distribuidos por el panel PDS-33 y los circuitos de iluminación y de tomacorrientes del Salón de Uso Múltiple serán distribuidos por los paneles PDS-27, PDS-28 y PDS-29.

Tabla 6.3 Cálculo de demanda de la tercera etapa.

CÁLCULO DE DEMANDA - ETAPA #3			
TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN	DEMANDA INSTALADA (W)	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PARCIAL (W)
TDS-5	61700	0,85	52445
PDS-19	4395	1,85	8130,75
TDS-6	61700	0,85	52445
PDS-7	3860	0,85	3281
PDS-14	12330	0,85	10480,5
PDS-15	12330	0,85	10480,5
PDS-19	4395	0,85	3735,75
PDS-23	2160	0,85	1836
PDS-24	7550	0,85	6417,5
PDS-25	7850	0,85	6672,5
PDS-26	10900	0,85	9265
PDS-27	20300	0,85	17255
PDS-28	48000	0,85	40800
PDS-29	48000	0,85	40800
PDS-33	4560	0,85	3876
PDS-34	4035	0,85	3429,75
PDS-35	13840	0,85	11764
PDS-36	32000	0,85	27200
<b>TOTAL</b>	<b>359.905</b>		<b>310.314</b>
<b>TOTAL DEMANDA INSTALADA</b>	<b>359.905</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>TOTAL DEMANDA PARCIAL</b>	<b>310.314</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>TENSION</b>	<b>220</b>	<b>VOLTIOS</b>	
<b>DEMANDA MAXIMA ESTIMADA</b>	<b>310.314</b>	<b>VATIOS</b>	
<b>POTENCIA APARENTE REQUERIDA</b>	<b>337,30</b>	<b>KVA</b>	
<b>TRANSFORMADOR</b>	<b>1000</b>	<b>KVA</b>	
<b>POTENCIA ACTIVA DEL TRAFO</b>	<b>310,31</b>	<b>KW</b>	
<b>CORRIENTE NOMINAL B.T.</b>	<b>886,23</b>	<b>AMP.</b>	

Fuente: Los autores, 2014

El cronograma para inicio de actividades constructivas eléctricas de este espacio será en agosto 2014m con un tiempo estimado de culminación de 5 meses, es decir, **ENERO 2015 iniciarán actividades.**

#### 6.1.4 ETAPA #4.- Bloque Central Norte (planta baja, primer piso y segundo piso)

En esta cuarta etapa se realizará la remodelación eléctrica del Bloque Central Norte (planta baja, primer piso, segundo piso), los cuales contarán con los siguientes cambios:

##### 1. Planta baja

Se compone de 05 laboratorios técnicos, 06 departamentos administrativos, 01 cuarto de bomba. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 12 aulas de educación básica, 01 laboratorios técnicos, 01 departamento administrativo y 01 cuarto de bomba. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-1, PDS-2, PDS-16 y PDS18.

##### 2. Primer piso

Se compone de 04 aulas de clases, 01 patio de comidas y 01 biblioteca. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 03 aulas de clases, 01 Capilla y 01 Auditorio. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-20.

##### 3. Segundo piso

Se compone de 05 aulas de clases, 01 auditorio, 01 bodega y 01 batería sanitaria. Todas estas áreas serán remodeladas y sus espacios redistribuidos, logrando de esta manera ampliar los espacios físicos. La redistribución de estos espacios quedará de la siguiente manera: 06 aulas de clases. Así mismo todas las áreas anteriormente mencionadas contarán con climatización.

Los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán distribuidos por los paneles PDS-30. En esta parte del proyecto se instalará el tablero restante de climatización del

Bloque Norte Central (TDS-2) y los respectivos paneles secundarios dispuestos en los tableros de distribución secundarios mencionados anteriormente.

Tabla 6.4 Cálculo de demanda de la cuarta etapa.

CÁLCULO DE DEMANDA - ETAPA #4			
TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN	DEMANDA INSTALADA (W)	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PARCIAL (W)
TDS-2	109280	0,85	92888
PDS-1	560	0,85	476
PDS-2	5430	0,85	4615,5
PDS-16	12330	0,85	10480,5
PDS-18	4395	0,85	3735,75
PDS-20	9100	0,85	7735
PDS-30	9800	0,85	8330
TDS-8	30731	0,85	26121,35
<b>TOTAL</b>	<b>181.626</b>		<b>128.261</b>
<b>TOTAL DEMANDA INSTALADA 181.626 VATIOS</b>			
<b>TOTAL DEMANDA PARCIAL 128.261 VATIOS</b>			
<b>TENSION 220 VOLTIOS</b>			
<b>DEMANDA MAXIMA ESTIMADA 128.261 VATIOS</b>			
<b>POTENCIA APARENTE REQUERIDA 139,41 KVA</b>			
<b>TRANSFORMADOR 1000 KVA</b>			
<b>POTENCIA ACTIVA DEL TRAF0 128,26 KW</b>			
<b>CORRIENTE NOMINAL B.T. 366,30 AMP.</b>			

Fuente: Los autores, 2014

El cronograma para inicio de actividades constructivas eléctricas de este espacio será del febrero del 2015, con un tiempo estimado de culminación de 6 meses, es decir, **AGOSTO 2015 iniciaran actividades.**

## 6.2 Propuesta Económica del Proyecto por etapas.

### 6.2.1 ETAPA#1

El presupuesto de la obra eléctrica en esta etapa comprende de: montaje de bandejas porta-cables, montaje tableros de distribución TDP-G, TDS-1 y TDS-3, montaje de paneles de distribución PDS-5, PDS-6, PDS-21, PDS-22, PDS-31 y PDS-32, puntos eléctricos de circuitos secundarios, montaje de luminarias y tomacorrientes en cada una de las áreas.

Tabla 6.5 Propuesta Económica - Etapa #1

#### Materiales Eléctricos

No.	Descripción	Marca	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	Transformador trifásico 1000KVA	Inatra	1	Unidad	\$ 21.000,00	\$ 21.000,00
2	Celda Seccionadora SF6	Tablicon	1	Unidad	\$ 6.500,00	\$ 6.500,00
3	Celda de medición	Tablicon	1	Unidad	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
4	Celda de remonte	Tablicon	1	Unidad	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00
5	Punta Terminal en media tensión	Electroleg	18	Unidad	\$ 15,00	\$ 270,00
6	TDP-G Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:120cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre + disyuntores	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.860,00	\$ 4.860,00
7	TDS-1 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
8	TDS-3 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:120cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre	Tablicon	1	Unidad	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00

<b>9</b>	Disyuntor de 2500A - 3P regulable (1000A - 2500A) tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
<b>10</b>	Disyuntor de 800A - 3P regulable (480A - 800A) tipo caja moldeada	Schneider	5	Unidad	\$ 1.822,33	\$ 9.111,65
<b>11</b>	Disyuntor de 320A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 393,40	\$ 393,40
<b>12</b>	Disyuntor de 250A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 260,28	\$ 520,56
<b>13</b>	Disyuntor de 50A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 65,59	\$ 65,59
<b>14</b>	Disyuntor de 40A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 65,59	\$ 131,18
<b>15</b>	Disyuntor de 30A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	3	Unidad	\$ 65,59	\$ 196,77
<b>16</b>	Disyuntor de 20A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	4	Unidad	\$ 65,59	\$ 262,36
<b>17</b>	Disyuntor de 50A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	27	Unidad	\$ 50,68	\$ 1.368,36
<b>18</b>	Disyuntor de 30A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 50,68	\$ 101,36
<b>19</b>	Disyuntor de 15A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	27	Unidad	\$ 50,68	\$ 1.368,36
<b>20</b>	Panel de distribución 3Φ de 24 espacios	Square-D	6	Unidad	\$ 157,96	\$ 947,76
<b>21</b>	Disyuntor 30A - 1P tipo panel	Schneider	20	Unidad	\$ 5,45	\$ 109,00
<b>22</b>	Disyuntor 20A - 1P tipo panel	Schneider	47	Unidad	\$ 5,45	\$ 256,15
<b>23</b>	Cable de Cu calibre 500MCM	Electro Cable	240	Metros	\$ 47,06	\$ 11.294,40
<b>24</b>	Cable de Cu calibre 4/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	30	Metros	\$ 19,40	\$ 582,00
<b>25</b>	Cable de Cu calibre 3/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	390	Metros	\$ 17,05	\$ 6.649,50

26	Cable de Cu calibre 2 AWG TW/THHW	Electro Cable	40	Metros	\$ 5,94	\$ 237,60
27	Cable de Cu calibre 8 AWG TW/THHW	Electro Cable	1248	Metros	\$ 1,65	\$ 2.059,20
28	Cable de Cu calibre 10 AWG TW/THHW (TFF)	Electro Cable	416	Metros	\$ 1,10	\$ 457,60
29	Cable de Cu calibre 12 AWG TW/THHW	Electro Cable	3800	Metros	\$ 0,71	\$ 2.698,00
30	Cable de Cu calibre 14 AWG TW/THHW	Electro Cable	1866	Metros	\$ 0,45	\$ 839,70
31	Bandeja Portacable tipo Escalerilla (20 x 10)cm longitud 2.4 mtrs	Tablicon	108	Unidad	\$ 36,54	\$ 3.946,32
32	Canal estructural troquelado longitud 2.4 mtrs	Tablicon	46	Unidad	\$ 14,30	\$ 657,80
33	Varilla roscada galvanizada de 3/8" longitud 3 mtrs	Tablicon	65	Unidad	\$ 6,32	\$ 410,80
34	Perno expansico de 3/8"x3"	Tablicon	432	Unidad	\$ 0,53	\$ 228,96
35	Anillos y Tuercas 3/8	Tablicon	432	Unidad	\$ 0,19	\$ 82,08
36	Lámparas Tumbado Falso 3x32w - 120x60	Electroleg	218	Unidad	\$ 43,64	\$ 9.513,52
37	Tubo fluorescente 32w	Electroleg	655	Unidad	\$ 1,55	\$ 1.015,25
38	Interruptores Sencillos	Bticino	37	Unidad	\$ 2,55	\$ 94,35
39	Tomacorrientes de 120v (uso general)	Bticino	194	Unidad	\$ 2,73	\$ 529,62
40	Tuberia EMT galvanizada de 1/2" longitud 3 mtrs	Electroleg	553	Unidad	\$ 4,92	\$ 2.720,76
41	Uniones de EMT de 1/2"	Electroleg	1106	Unidad	\$ 0,31	\$ 342,86
42	Codos de 90° para tuberia EMT de 1/2"	Electroleg	231	Unidad	\$ 0,58	\$ 133,98
43	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 1/2"	Electroleg	1659	Unidad	\$ 0,62	\$ 1.028,58

44	Tubería EMT galvanizada de 3/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	134	Unidad	\$ 7,59	\$ 1.017,06
45	Uniones de EMT de 3/4"	Electroleg	268	Unidad	\$ 0,36	\$ 96,48
46	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 3/4"	Electroleg	402	Unidad	\$ 0,62	\$ 249,24
47	Tubería metálica corrugada de 1 1/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	24	Unidad	\$ 15,42	\$ 370,08
48	Uniones para tubería corrugada de 1 1/4"	Electroleg	48	Unidad	\$ 0,36	\$ 17,28
49	Caja de paso rectangular	Electroleg	231	Unidad	\$ 0,46	\$ 106,26
50	Caja de paso hexagonal	Electroleg	218	Unidad	\$ 0,64	\$ 139,52
51	Caja de paso cuadrada 15x15 cm	Electroleg	83	Unidad	\$ 7,74	\$ 642,42
52	Cintas aislante de PVC super 33+	3M	36,5	Rollo	\$ 6,88	\$ 251,12
53	Cinta Autofundente super 33+	3M	3	Rollo	\$ 14,83	\$ 44,49
Sub Total						\$ 73.309,33
I.V.A.						\$ 8.797,12
Total						\$ 82.106,45

#### Mano de obra

No.	Descripcion	Cantidad	Unidad	Tiempo meses	Costo Mano de Obra	Total
1	Ingeniero Eléctrico	1	Unidad	6	\$ 1.500,00	\$ 9.000,00
2	Técnico Electricista	2	Unidad	6	\$ 450,00	\$ 5.400,00
3	Maestro Albañil	2	Unidad	6	\$ 450,00	\$ 5.400,00
Total						\$ 19.800,00

<b>Costo Total de la Etapa#1 (materiales + mano de obra)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 101.906,45</b>
--	--------------	----------------------



## 6.2.2 ETAPA#2

El presupuesto de la obra eléctrica para la segunda etapa comprende de: montaje de bandejas porta-cables, montaje tableros de distribución TDS-4 y TDS-7, montaje de paneles de distribución PDS-3, PDS-4, PDS-8, PDS-9, PDS-10, PDS-11, PDS-12, PDS-13 y PDS-17, puntos eléctricos de circuitos secundarios, montaje de acondicionadores de aire, luminarias y tomacorrientes en cada una de las áreas.

Tabla 6.6 Propuesta Económica - Etapa #2

### Materiales Eléctricos

No.	Descripción	Marca	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	TDS-4 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:120cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
2	TDS-7 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre + disyuntores	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
3	Disyuntor de 800A - 3P regulable (480A - 800A) tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 1.822,33	\$ 1.822,33
4	Disyuntor de 320A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 393,40	\$ 393,40
5	Disyuntor de 200A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 260,28	\$ 520,56
6	Disyuntor de 90A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 71,58	\$ 143,16
7	Disyuntor de 80A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 71,58	\$ 71,58
8	Disyuntor de 70A - 3P	Schneider	1	Unidad	\$ 71,58	\$ 71,58

	tipo caja moldeada					
<b>9</b>	Disyuntor de 60A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	3	Unidad	\$ 65,59	\$ 196,77
<b>10</b>	Disyuntor de 40A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 65,59	\$ 65,59
<b>11</b>	Disyuntor de 30A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 65,59	\$ 65,59
<b>12</b>	Disyuntor de 20A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 65,59	\$ 65,59
<b>13</b>	Disyuntor de 50A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	16	Unidad	\$ 50,68	\$ 810,88
<b>14</b>	Disyuntor de 15A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	16	Unidad	\$ 50,68	\$ 810,88
<b>15</b>	Panel de distribución 3Φ de 36 espacios	Square-D	6	Unidad	\$ 212,60	\$ 1.275,60
<b>16</b>	Panel de distribución 3Φ de 24 espacios	Square-D	3	Unidad	\$ 157,96	\$ 473,88
<b>17</b>	Disyuntor 30A - 1P tipo panel	Schneider	13	Unidad	\$ 5,45	\$ 70,85
<b>18</b>	Disyuntor 20A - 1P tipo panel	Schneider	24	Unidad	\$ 5,45	\$ 130,80
<b>19</b>	Disyuntor 50A - 2P tipo panel	Schneider	12	Unidad	\$ 13,40	\$ 160,80
<b>20</b>	Disyuntor 30A - 2P tipo panel	Schneider	13	Unidad	\$ 13,40	\$ 174,20
<b>21</b>	Disyuntor 20A - 2P tipo panel	Schneider	4	Unidad	\$ 13,17	\$ 52,68
<b>22</b>	Disyuntor 20A - 3P tipo panel	Schneider	26	Unidad	\$ 35,98	\$ 935,48
<b>23</b>	Cable de Cu calibre 3/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	355	Metros	\$ 17,05	\$ 6.052,75
<b>24</b>	Cable de Cu calibre 2/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	497	Metros	\$ 12,10	\$ 6.013,70
<b>25</b>	Cable de Cu calibre 2 AWG TW/THHW	Electro Cable	166	Metros	\$ 5,94	\$ 986,04

<b>26</b>	Cable de Cu calibre 4 AWG TW/THHW	Electro Cable	8	Metros	\$ 3,98	\$ 31,84
<b>27</b>	Cable de Cu calibre 6 AWG TW/THHW	Electro Cable	252	Metros	\$ 2,54	\$ 640,08
<b>28</b>	Cable de Cu calibre 8 AWG TW/THHW	Electro Cable	450	Metros	\$ 1,65	\$ 742,50
<b>29</b>	Cable de Cu calibre 10 AWG TW/THHW (TFF)	Electro Cable	192	Metros	\$ 1,10	\$ 211,20
<b>30</b>	Cable de Cu calibre 12 AWG TW/THHW	Electro Cable	2390	Metros	\$ 0,71	\$ 1.696,90
<b>31</b>	Cable de Cu calibre 14 AWG TW/THHW	Electro Cable	1082	Metros	\$ 0,45	\$ 486,90
<b>32</b>	Bandeja Portacable tipo Escalerilla (20 x 10)cm longitud 2.4 mtrs	Tablicon	55	Unidad	\$ 36,54	\$ 2.009,70
<b>33</b>	Canal estructural troquelado longitud 2.4 mtrs	Tablicon	21	Unidad	\$ 14,30	\$ 300,30
<b>34</b>	Varilla roscada galvanizada de 3/8" longitud 3 mtrs	Tablicon	25	Unidad	\$ 6,32	\$ 158,00
<b>35</b>	Perno expansico de 3/8"x3"	Tablicon	220	Unidad	\$ 0,53	\$ 116,60
<b>36</b>	Anillos y Tuercas 3/8	Tablicon	220	Unidad	\$ 0,19	\$ 41,80
<b>37</b>	Lámparas Tumbado Falso 3x32w - 120x60	Electroleg	109	Unidad	\$ 43,64	\$ 4.756,76
<b>38</b>	Tubo fluorescente 32w	Electroleg	327	Unidad	\$ 1,55	\$ 506,85
<b>39</b>	Interruptores Sencillos	Bticino	29	Unidad	\$ 2,55	\$ 73,95
<b>40</b>	Tomacorrientes de 120v (uso general)	Bticino	81	Unidad	\$ 2,73	\$ 221,13
<b>41</b>	Tomacorrientes bifásicos de 240v (punto eléctrico - circuito especial)	Bticino	4	Unidad	\$ 3,42	\$ 13,68
<b>42</b>	Tomacorrientes	Bticino	26	Unidad	\$ 3,42	\$ 88,92

	Trifásicos de 240v (punto eléctrico - circuito especial)						
<b>43</b>	Tubería EMT galvanizada de 1/2" longitud 3 mtrs	Electroleg	354	Unidad	\$ 4,92	\$ 1.741,68	
<b>44</b>	Uniones de EMT de 1/2"	Electroleg	708	Unidad	\$ 0,31	\$ 219,48	
<b>45</b>	Codos de 90° para tubería EMT de 1/2"	Electroleg	140	Unidad	\$ 0,58	\$ 81,20	
<b>46</b>	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 1/2"	Electroleg	1062	Unidad	\$ 0,62	\$ 658,44	
<b>47</b>	Tubería EMT galvanizada de 3/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	80	Unidad	\$ 7,59	\$ 607,20	
<b>48</b>	Uniones de EMT de 3/4"	Electroleg	160	Unidad	\$ 0,36	\$ 57,60	
<b>49</b>	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 3/4"	Electroleg	240	Unidad	\$ 0,62	\$ 148,80	
<b>50</b>	Tubería metálica corrugada de 1 1/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	36	Unidad	\$ 15,42	\$ 555,12	
<b>51</b>	Uniones para tubería corrugada de 1 1/4"	Electroleg	72	Unidad	\$ 0,36	\$ 25,92	
<b>52</b>	Caja de paso rectangular	Electroleg	140	Unidad	\$ 0,46	\$ 64,40	
<b>53</b>	Caja de paso hexagonal	Electroleg	109	Unidad	\$ 0,64	\$ 69,76	
<b>54</b>	Caja de paso cuadrada 15x15 cm	Electroleg	42	Unidad	\$ 7,74	\$ 325,08	
<b>55</b>	Cintas aislante de PVC super 33+	3M	22	Rollo	\$ 6,88	\$ 151,36	
<b>56</b>	Cinta Autofundente super 33+	3M	2	Rollo	\$ 14,83	\$ 29,66	
						<b>Sub Total</b>	<b>\$ 46.237,50</b>

I.V.A.	\$ 5.548,50
Total	\$ 51.786,00

Mano de obra

No.	Descripcion	Cantidad	Unidad	Tiempo meses	Costo Mano de Obra	Total
1	Ingeniero Eléctrico	1	Unidad	3	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
2	Técnico Electricista	2	Unidad	3	\$ 450,00	\$ 2.700,00
3	Maestro Albañil	2	Unidad	3	\$ 450,00	\$ 2.700,00
					Total	\$ 9.900,00

<b>Costo Total de la Etapa#2 (materiales + mano de obra)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>61.686,00</b>
--	--------------	------------------

6.2.3 ETAPA#3

El presupuesto de la obra eléctrica para la segunda etapa comprende de: montaje de bandejas porta-cables, montaje tableros de distribución TDS-5 y TDS-6, montaje de paneles de distribución PDS-7, PDS-14, PDS-15, PDS-19, PDS-23, PDS-24, PDS-25, PDS-26, PDS-27, PDS-28, PDS-29, PDS-33, PDS-34, PDS-35 y PDS-36, puntos eléctricos de circuitos secundarios, montaje de acondicionadores de aire, luminarias y tomacorrientes en cada una de las áreas.

Tabla 6.7 Propuesta Económica - Etapa #3

Materiales Eléctricos

No.	Descripción	Marca	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	TDS-5 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre + disyuntores	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
2	TDS-6 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre + disyuntores	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
3	TDS-7 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre + disyuntores	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
4	Disyuntor de 800A - 3P regulable (480A - 800A) tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 1.822,33	\$ 1.822,33
5	Disyuntor de 500A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 543,05	\$ 1.086,10
6	Disyuntor de 60A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 65,59	\$ 65,59
7	Disyuntor de 50A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 65,59	\$ 131,18
8	Disyuntor de 30A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	2	Unidad	\$ 65,59	\$ 131,18
9	Disyuntor de 20A - 3P tipo caja moldeada	Schneider	3	Unidad	\$ 65,59	\$ 196,77
10	Disyuntor de 50A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	14	Unidad	\$ 50,68	\$ 709,52
11	Disyuntor de 30A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	3	Unidad	\$ 50,68	\$ 152,04
12	Disyuntor de 20A - 2P tipo	Schneider	1	Unidad	\$ 50,68	\$ 50,68

	caja moldeada					
<b>13</b>	Disyuntor de 15A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	14	Unidad	\$ 50,68	\$ 709,52
<b>14</b>	Panel de distribución 3Φ de 36 espacios	Square-D	3	Unidad	\$ 212,60	\$ 637,80
<b>15</b>	Panel de distribución 3Φ de 24 espacios	Square-D	10	Unidad	\$ 157,96	\$ 1.579,60
<b>16</b>	Panel de distribución 2Φ de 12 espacios	Square-D	1	Unidad	\$ 40,34	\$ 40,34
<b>17</b>	Panel de distribución 2Φ de 8 espacios	Square-D	1	Unidad	\$ 27,80	\$ 27,80
<b>18</b>	Disyuntor 30A - 1P tipo panel	Schneider	34	Unidad	\$ 5,45	\$ 185,30
<b>19</b>	Disyuntor 20A - 1P tipo panel	Schneider	55	Unidad	\$ 5,45	\$ 299,75
<b>20</b>	Disyuntor 50A - 2P tipo panel	Schneider	4	Unidad	\$ 13,40	\$ 53,60
<b>21</b>	Disyuntor 30A - 2P tipo panel	Schneider	2	Unidad	\$ 13,40	\$ 26,80
<b>22</b>	Disyuntor 20A - 2P tipo panel	Schneider	9	Unidad	\$ 13,17	\$ 118,53
<b>23</b>	Disyuntor 70A - 3P tipo panel	Schneider	6	Unidad	\$ 84,04	\$ 504,24
<b>24</b>	Cable de Cu calibre 3/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	1672	Metros	\$ 17,05	\$ 28.507,60
<b>25</b>	Cable de Cu calibre 1/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	400	Metros	\$ 9,60	\$ 3.840,00
<b>26</b>	Cable de Cu calibre 2 AWG TW/THHW	Electro Cable	227	Metros	\$ 5,94	\$ 1.348,38
<b>27</b>	Cable de Cu calibre 4 AWG TW/THHW	Electro Cable	25	Metros	\$ 3,98	\$ 99,50
<b>28</b>	Cable de Cu calibre 6 AWG TW/THHW	Electro Cable	690	Metros	\$ 2,54	\$ 1.752,60
<b>29</b>	Cable de Cu calibre 8 AWG TW/THHW	Electro Cable	1286	Metros	\$ 1,65	\$ 2.121,90

<b>30</b>	Cable de Cu calibre 10 AWG TW/THHW (TFF)	Electro Cable	547	Metros	\$ 1,10	\$ 601,70
<b>31</b>	Cable de Cu calibre 12 AWG TW/THHW	Electro Cable	5948	Metros	\$ 0,71	\$ 4.223,08
<b>32</b>	Cable de Cu calibre 14 AWG TW/THHW	Electro Cable	2372	Metros	\$ 0,45	\$ 1.067,40
<b>33</b>	Bandeja Portacable tipo Escalerilla (20 x 10)cm longitud 2.4 mtrs	Tablicon	181	Unidad	\$ 36,54	\$ 6.613,74
<b>34</b>	Canal estructural troquelado longitud 2.4 mtrs	Tablicon	73	Unidad	\$ 14,30	\$ 1.043,90
<b>35</b>	Varilla roscada galvanizada de 3/8" longitud 3 mtrs	Tablicon	98	Unidad	\$ 6,32	\$ 619,36
<b>36</b>	Perno expansico de 3/8"x3"	Tablicon	724	Unidad	\$ 0,53	\$ 383,72
<b>37</b>	Anillos y Tuercas 3/8	Tablicon	724	Unidad	\$ 0,19	\$ 137,56
<b>38</b>	Lámparas Tumbado Falso 3x32w - 120x60	Electroleg	246	Unidad	\$ 43,64	\$ 10.735,44
<b>39</b>	Tubo fluorescente 32w	Electroleg	738	Unidad	\$ 1,55	\$ 1.143,90
<b>40</b>	Interruptores Sencillos	Bticino	41	Unidad	\$ 2,55	\$ 104,55
<b>41</b>	Tomacorrientes de 120v (uso general)	Bticino	214	Unidad	\$ 2,73	\$ 584,22
<b>42</b>	Tomacorrientes bifásicos de 240v (punto eléctrico - circuito especial)	Bticino	51	Unidad	\$ 3,42	\$ 174,42
<b>43</b>	Tomacorrientes Trifásicos de 240v (punto eléctrico - circuito especial)	Bticino	6	Unidad	\$ 3,42	\$ 20,52
<b>44</b>	Tuberia EMT galvanizada de 1/2" longitud 3 mtrs	Electroleg	851	Unidad	\$ 4,92	\$ 4.186,92
<b>45</b>	Uniones de EMT de 1/2"	Electroleg	1702	Unidad	\$ 0,31	\$ 527,62
<b>46</b>	Codos de 90° para tuberia EMT de 1/2"	Electroleg	255	Unidad	\$ 0,58	\$ 147,90
<b>47</b>	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT	Electroleg	2553	Unidad	\$ 0,62	\$ 1.582,86



	de 1/2"						
48	Tubería EMT galvanizada de 3/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	160	Unidad	\$ 7,59	\$ 1.214,40	
49	Uniones de EMT de 3/4"	Electroleg	320	Unidad	\$ 0,36	\$ 115,20	
50	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 3/4"	Electroleg	480	Unidad	\$ 0,62	\$ 297,60	
51	Tubería metálica corrugada de 1 1/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	60	Unidad	\$ 15,42	\$ 925,20	
52	Uniones para tubería corrugada de 1 1/4"	Electroleg	120	Unidad	\$ 0,36	\$ 43,20	
53	Caja de paso rectangular	Electroleg	312	Unidad	\$ 0,46	\$ 143,52	
54	Caja de paso hexagonal	Electroleg	246	Unidad	\$ 0,64	\$ 157,44	
55	Caja de paso cuadrada 15x15 cm	Electroleg	117	Unidad	\$ 7,74	\$ 905,58	
56	Cintas aislante de PVC super 33+	3M	42	Rollo	\$ 6,88	\$ 288,96	
						Sub Total	\$ 96.248,56
						I.V.A.	\$ 11.549,83
						Total	\$ 107.798,39

#### Mano de obra

No.	Descripcion	Cantidad	Unidad	Tiempo meses	Costo Mano de Obra	Total	
1	Ingeniero Eléctrico	1	Unidad	5	\$ 1.500,00	\$ 7.500,00	
2	Técnico Electricista	2	Unidad	5	\$ 450,00	\$ 4.500,00	
3	Maestro Albañil	2	Unidad	5	\$ 450,00	\$ 4.500,00	
						Total	\$ 16.500,00

<b>Costo Total de la Etapa#3 (materiales + mano de obra)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 124.298,39</b>
--	--------------	----------------------

#### 6.2.4 ETAPA#4

El presupuesto de la obra eléctrica para la segunda etapa comprende de: montaje de bandejas porta-cables, montaje tableros de distribución TDS-2, montaje de paneles de distribución PDS-1, PDS-2, PDS-16, PDS-18, PDS-20 y PDS-30, puntos eléctricos de circuitos secundarios, montaje de acondicionadores de aire, luminarias y tomacorrientes en cada una de las áreas.

Tabla 6.8 Propuesta Económica - Etapa #4

#### Materiales Eléctricos

No.	Descripción	Marca	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	TDS-2 Tablero metálico medidas: (alto:200cm x Ancho:180cm x Profundidad:60 cm), con sus respectivas barras de cobre	Tablicon	1	Unidad	\$ 4.020,00	\$ 4.020,00
2	Disyuntor de 800A - 3P regulable (480A - 800A) tipo caja moldeada	Schneider	1	Unidad	\$ 1.822,33	\$ 1.822,33
3	Disyuntor de 50A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	27	Unidad	\$ 50,68	\$ 1.368,36
4	Disyuntor de 15A - 2P tipo caja moldeada	Schneider	27	Unidad	\$ 50,68	\$ 1.368,36
5	Panel de distribución 3Φ de 36 espacios	Square-D	1	Unidad	\$ 212,60	\$ 212,60
6	Panel de distribución 3Φ de 24 espacios	Square-D	4	Unidad	\$ 157,96	\$ 631,84
7	Panel de distribución 2Φ de 8 espacios	Square-D	1	Unidad	\$ 27,80	\$ 27,80
8	Disyuntor 30A - 1P tipo panel	Schneider	11	Unidad	\$ 5,45	\$ 59,95
9	Disyuntor 20A - 1P tipo panel	Schneider	48	Unidad	\$ 5,45	\$ 261,60
10	Disyuntor 30A - 2P tipo panel	Schneider	4	Unidad	\$ 13,40	\$ 53,60
11	Cable de Cu calibre 3/0 AWG TW/THHW	Electro Cable	77	Metros	\$ 17,05	\$ 1.312,85
12	Cable de Cu calibre 2 AWG	Electro	7	Metros	\$ 5,94	\$ 41,58

	TW/THHW	Cable					
<b>13</b>	Cable de Cu calibre 6 AWG TW/THHW	Electro Cable	102	Metros	\$ 2,54	\$ 259,08	
<b>14</b>	Cable de Cu calibre 8 AWG TW/THHW	Electro Cable	517	Metros	\$ 1,65	\$ 853,05	
<b>15</b>	Cable de Cu calibre 10 AWG TW/THHW (TFF)	Electro Cable	347	Metros	\$ 1,10	\$ 381,70	
<b>16</b>	Cable de Cu calibre 12 AWG TW/THHW	Electro Cable	3468	Metros	\$ 0,71	\$ 2.462,28	
<b>17</b>	Cable de Cu calibre 14 AWG TW/THHW	Electro Cable	1910	Metros	\$ 0,45	\$ 859,50	
<b>18</b>	Bandeja Portacable tipo Escalerilla (20 x 10)cm longitud 2.4 mtrs	Tablicon	52	Unidad	\$ 36,54	\$ 1.900,08	
<b>19</b>	Canal estructural troquelado longitud 2.4 mtrs	Tablicon	22	Unidad	\$ 14,30	\$ 314,60	
<b>20</b>	Varilla roscada galvanizada de 3/8" longitud 3 mtrs	Tablicon	35	Unidad	\$ 6,32	\$ 221,20	
<b>21</b>	Perno expansico de 3/8"x3"	Tablicon	208	Unidad	\$ 0,53	\$ 110,24	
<b>22</b>	Anillos y Tuercas 3/8	Tablicon	208	Unidad	\$ 0,19	\$ 39,52	
<b>23</b>	Lámparas Tumbado Falso 3x32w - 120x60	Electroleg	191	Unidad	\$ 43,64	\$ 8.335,24	
<b>24</b>	Tubo fluorescente 32w	Electroleg	573	Unidad	\$ 1,55	\$ 888,15	
<b>25</b>	Interruptores Sencillos	Bticino	31	Unidad	\$ 2,55	\$ 79,05	
<b>26</b>	Tomacorrientes de 120v (uso general)	Bticino	142	Unidad	\$ 2,73	\$ 387,66	
<b>27</b>	Tomacorrientes bifásicos de 240v (punto eléctrico - circuito especial)	Bticino	2	Unidad	\$ 3,42	\$ 6,84	
<b>28</b>	Tuberia EMT galvanizada de 1/2" longitud 3 mtrs	Electroleg	567	Unidad	\$ 4,92	\$ 2.789,64	
<b>29</b>	Uniones de EMT de 1/2"	Electroleg	1134	Unidad	\$ 0,31	\$ 351,54	
<b>30</b>	Codos de 90° para tuberia EMT de 1/2"	Electroleg	175	Unidad	\$ 0,58	\$ 101,50	

31	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 1/2"	Electroleg	1701	Unidad	\$ 0,62	\$ 1.054,62
32	Tubería EMT galvanizada de 3/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	98	Unidad	\$ 7,59	\$ 743,82
33	Uniones de EMT de 3/4"	Electroleg	196	Unidad	\$ 0,36	\$ 70,56
34	Grapas, taco fisher y tornillos para tubería EMT de 3/4"	Electroleg	294	Unidad	\$ 0,62	\$ 182,28
35	Tubería metálica corrugada de 1 1/4" longitud 3 mtrs	Electroleg	24	Unidad	\$ 15,42	\$ 370,08
36	Uniones para tubería corrugada de 1 1/4"	Electroleg	48	Unidad	\$ 0,36	\$ 17,28
37	Caja de paso rectangular	Electroleg	175	Unidad	\$ 0,46	\$ 80,50
38	Caja de paso hexagonal	Electroleg	191	Unidad	\$ 0,64	\$ 122,24
39	Caja de paso cuadrada 15x15 cm	Electroleg	65	Unidad	\$ 7,74	\$ 503,10
40	Cintas aislante de PVC super 33+	3M	25,5	Rollo	\$ 6,88	\$ 175,44
41	Cinta Autofundente super 33+	3M	1	Rollo	\$ 14,83	\$ 14,83
					Sub Total	\$ 34.856,49
					I.V.A.	\$ 4.182,78
					Total	\$ 39.039,27

Mano de obra

No.	Descripcion	Cantidad	Unidad	Tiempo meses	Costo Mano de Obra	Total
1	Ingeniero Eléctrico	1	Unidad	6	\$ 1.500,00	\$ 9.000,00
2	Técnico Electricista	2	Unidad	6	\$ 450,00	\$ 5.400,00
3	Maestro Albañil	2	Unidad	6	\$ 450,00	\$ 5.400,00
					Total	\$ 19.800,00

<b>Costo Total de la Etapa#4 (materiales + mano de obra)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 58.839,27</b>
--	--------------	---------------------

### 6.2.5 Remodelación del Sistema eléctrico en media tensión

En el Cuarto de Transformación se recomienda realizar la demolición total de las paredes de la antigua estructura, para luego construir un nuevo cuarto de transformación con sus debidas separaciones, cumpliendo con las normas eléctricas y de seguridad establecidas.

Las diferentes áreas del cuarto del transformador se recomienda realizar levantamiento de estructura metálica para cubierta tipo Steel panel y fundición sobre cubierta de 10cm. con el objetivo de realizar un cuarto resistente y compacto. Así mismo el cuarto deberá estar ubicado en el exterior del inmueble, ventanas de rejas para ventilación, enlucido de las paredes, y el acabado final (empastado y pintado).

#### 6.2.5.1 Descripción de la Obra Civil

##### **Acometida cuarto de transformación**

La ubicación del nuevo cuarto de transformación requiere de una nueva caja de paso (180x100x100) cm rectangular con triple tapa (60x100) cm, el cual será construido con hormigón armado, estará ubicado en el exterior del inmueble y servirá para el ingreso de la acometida en media tensión. Además se realizará el trazado y la medición del nuevo cuarto de transformación, el cual constará con sus debidas separaciones, en donde estarán ubicados el transformador, celda seccionadora, celda de medición y cuarto de tableros. En todas las áreas del cuarto les realizará sedimentación (debido a la colocación de ducterías para cableado eléctrico) y fundición de contrapiso.

##### **Cuarto de Transformación**

El cuarto destinado para alojar al transformador de 1000KVA, deberá ser de 400x400x250 cm, el contrapiso de igual forma será de hormigón armado y sobre este una base de hormigón de 10cm de espesor para soportar el peso del transformador y con ducterías subterráneas de 4" para acometida del transformador en media tensión y para alimentación de la celda seccionadora.

La puerta de entrada será de 200x100 cm, construida en plancha metálica con abatimiento externo, con resistencia al fuego y disposición para un dispositivo por parte de la Distribuidora.

Dentro del cuarto existirá una luz tipo aplique y un tomacorriente de 120 voltios, los cuales serán alimentados desde el panel de servicios generales.

### **Cuarto celda seccionadora, celda de medición y celda de remonte**

El cuarto destinado para alojar a la celda seccionadora fusible trifásica, celda de medición y celda de remonte, estará ubicado adjunto al cuarto de transformación como se indica en los planos, deberá ser construido de (200x200) cm. y para ello se deberá romper piso, colocar ducterías subterráneas de 4" y crear pozo de canalización para cableado eléctrico en media tensión.

### **Sistema de puesta a tierra**

El sistema de puesta a tierra estará ubicado en el interior del cuarto de transformación y será realizado por medio de un pozo de 60cm de profundidad y con 8 varillas de ½" de longitud 180cm.

### **2.- Descripción de la Obra Eléctrica:**

En esta sección se realizará el montaje de elementos eléctricos, principalmente de los que conforman el cuarto de transformación, comenzando por la celda de medición, celda seccionadora, celda de remonte, tablero de medidor, tableros de distribución y finalizando con el transformador trifásico, todos éstos en su propia ubicación como se describió anteriormente.

### **3.- Conexiones del Sistema Eléctrico:**

Una vez finalizado el proceso de adecuaciones del nuevo cuarto de transformación, ubicación de los tableros, celda de medición, celda seccionadora, colocación del transformador y las respectivas colocaciones de las bandejas porta-cables, se procederá a las conexiones del Transformador trifásico de 1000KVA, el cual deberá ser realizado con puntas terminales, cinta auto-fundente 3M y cinta aislante.

Las conexiones de la Celda Seccionadora, Celda de Medición, Celda de Remonte y Tableros de Distribución deberán ser realizadas con terminales de compresión o terminales tipo talón, cinta auto-fundente y cinta aislante.

## 6.2.6 Remodelación del Sistema eléctrico en baja tensión

### 1.- Descripción de la Obra Civil:

La obra civil en baja tensión se empezará con el corte de paredes para la colocación de tuberías EMT y cajas rectangulares (para tomacorrientes, interruptores de iluminación de los circuitos secundarios), y los respectivos paneles de distribución. En esta sección también se compone del enlucido de las paredes, y el acabado final (empastado y pintado).

Se realizará la colocación de plataformas metálicas para la ubicación de las unidades condensadoras de las áreas a climatizar.

### 2.- Descripción de la Obra Eléctrica:

La obra eléctrica en baja tensión está comprometido la colocación de las bandejas portacables a utilizarse, en este caso son tipo escalerillas, con sus respectivos accesorios, los cuales llegarán en algunos casos hasta los paneles de distribución y en otros casos hasta los tableros de distribución, haciendo recorrido por toda la infraestructura (áreas administrativas, de docencia y baños) permitiendo de este modo la distribución y la colocación de las tuberías EMT que distribuirán los circuitos secundarios de alumbrado.

Además en esta sección se realizará el montaje de los equipos de climatización en cada uno de las áreas.

### 3.- Conexiones del Sistema Eléctrico:

Una vez realiza la obra civil y la obra eléctrica, se procederá a realizar las conexiones eléctricas de los tableros de distribución secundaria, paneles de distribución, circuitos secundarios (tomacorrientes y alumbrado) y finalmente concluir con las conexiones de los acondicionadores de aire.

## CAPITULO VII

### 7 SIMULACIÓN

Desarrollo de la aplicación del sistema eléctrico de potencia de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín en el software ETAP.



Figura 7.1 Software ETAP  
Fuente: [www.etap.com.ec](http://www.etap.com.ec)

ETAP ofrece una Suite de programas totalmente integrados incluyendo flujo de carga, cortocircuito, coordinación y selectividad de protecciones, dimensionado de cables, estabilidad transitoria, arc flash, flujo de potencia óptimo y más. Su diseño modular permite que sea configurado de acuerdo a las necesidades de cualquier empresa, desde sistemas de potencia pequeños, a los más grandes.



Figura 7.2 Software ETAP  
Fuente: [www.etap.com.ec](http://www.etap.com.ec)

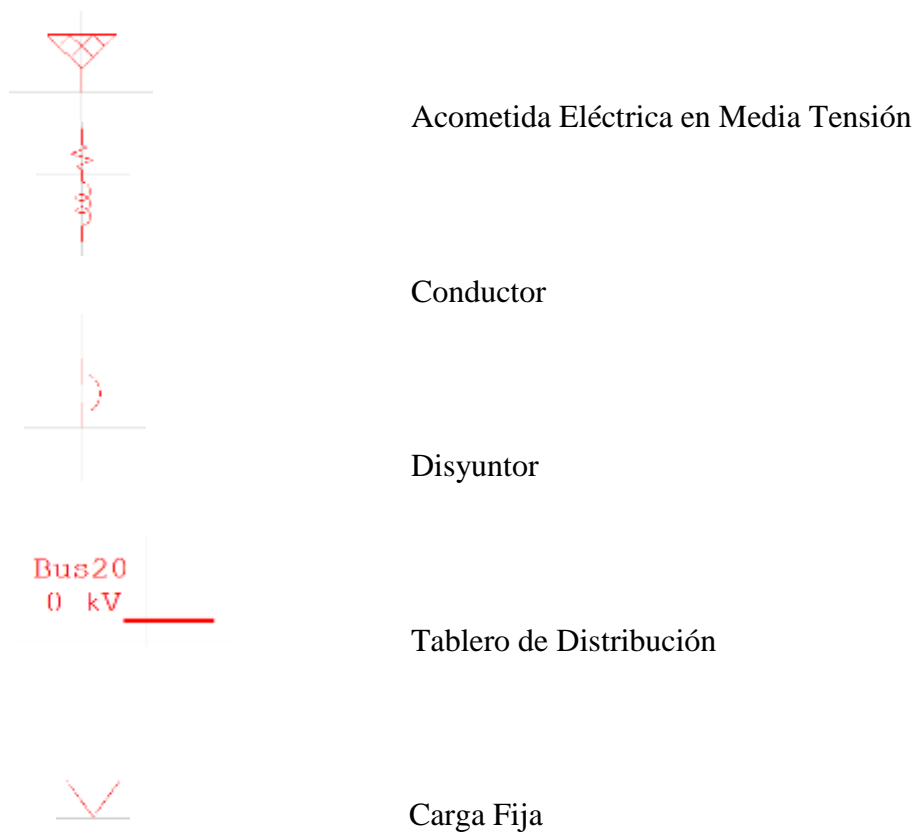
ETAP Real-Time es una suite totalmente integrada de aplicaciones de software eléctricos que ofrece funciones de supervisión inteligente de la energía, gestión de la energía, la optimización del sistema, la automatización avanzada, y la predicción en tiempo real.

ETAP es la solución empresarial más completa para el diseño, simulación operación, control, optimización y automatización de la generación, transmisión, distribución y sistemas industriales de energía.



Se debe tener en cuenta que la licencia estudiantil con la que estamos desarrollando la simulación tiene limitaciones que han sido expuestas con anterioridad ante las autoridades competentes.

Los elementos a utilizarse en la simulación para su fácil reconocimiento se describen a continuación:



En la barra que se muestra a continuación se encuentran cada uno de los elementos que conformaran el sistema de potencia:

- Alimentador en Media Tensión
- Acometida en Media Tensión
- Transformador Trifásico
- Acometidas en Baja Tensión
- Disyuntores
- Barras de Distribución
- Cargas Puntuales



Figura 7.3 Barra de elementos  
Fuente: Los Autores

### 7.1 Alimentador en Media Tensión

Representa el Alimentador “EL ORO” de donde proviene la acometida en media tensión, donde editamos el nombre del elemento en la ventana “Info” y especificamos su nivel de tensión en la venta “Rating”, a más de esto se debe especificar el porcentaje de operación que debe ser 100%.

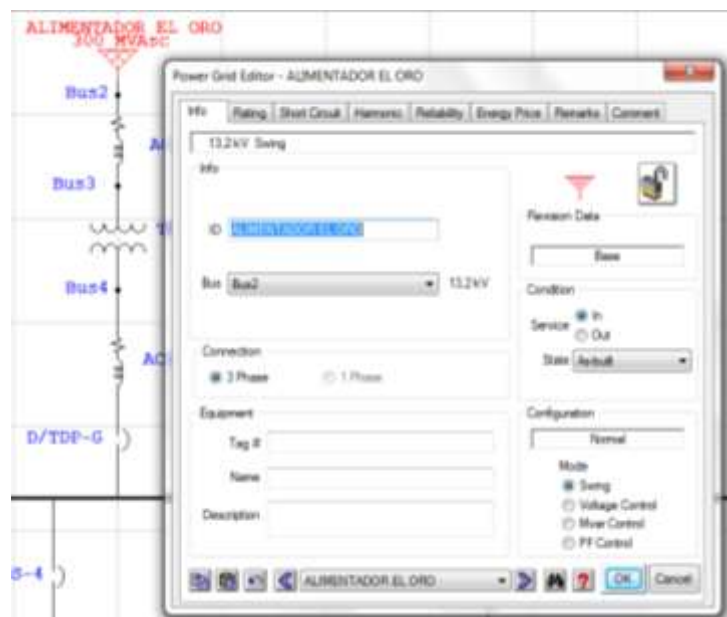


Figura 7.4 Edición Power Grid (Red de Energía) Nombre  
Fuente: Los Autores

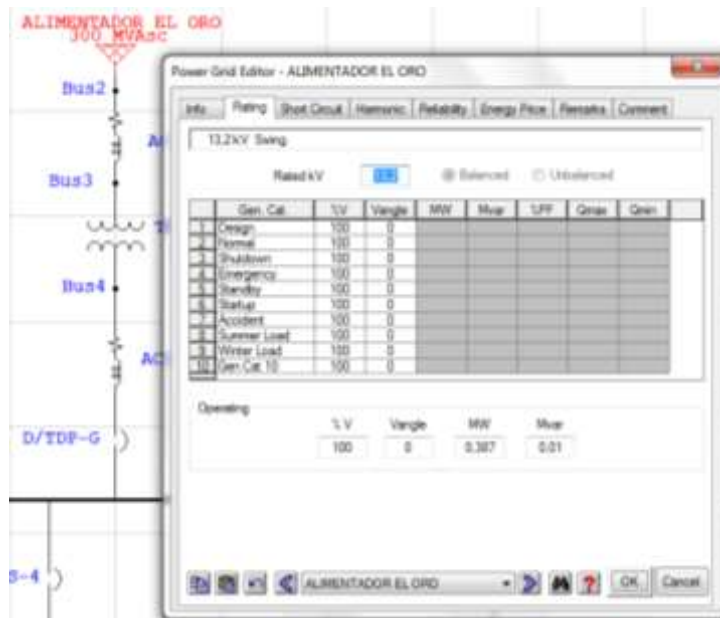


Figura 7.5 Edición Power Grid (Red de Energía) Nivel de Tensión  
Fuente: Los Autores

## 7.2 Acometida

La Acometida precisa más configuraciones, las mismas que se realizarán en la ventana “Info” y luego en una sub-ventana de la misma pantalla. En la primera se especificará en nombre del elemento, la longitud de la acometida y se especificará la unidad de medida de la misma. Es indistinto si la acometida es en baja o media tensión el procedimiento para la correcta configuración es la misma solo cambiara el tipo de conductor que se encuentra dentro de la misma biblioteca.

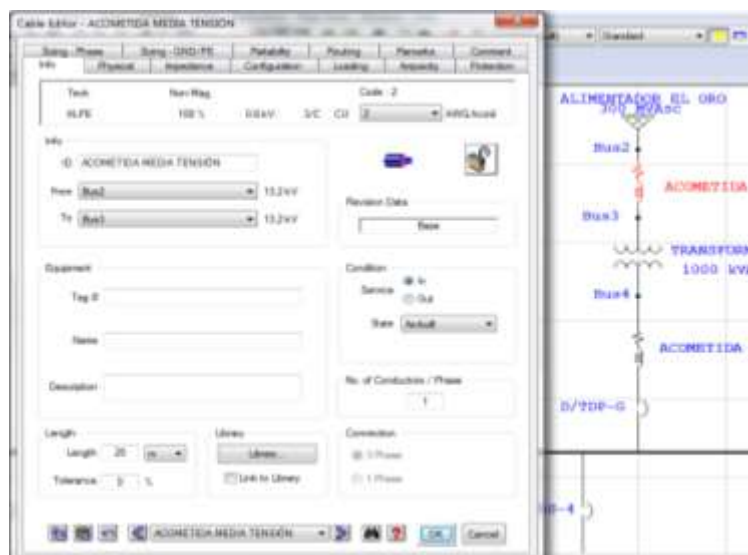


Figura 7.6 Configuración Acometida (Longitud-Nombre)  
Fuente: Los Autores

El siguiente paso en la configuración de una acometida es abrir la librería de conductores, donde elegiremos específicamente el calibre y tipo de conductor que deseamos para cada caso en particular.

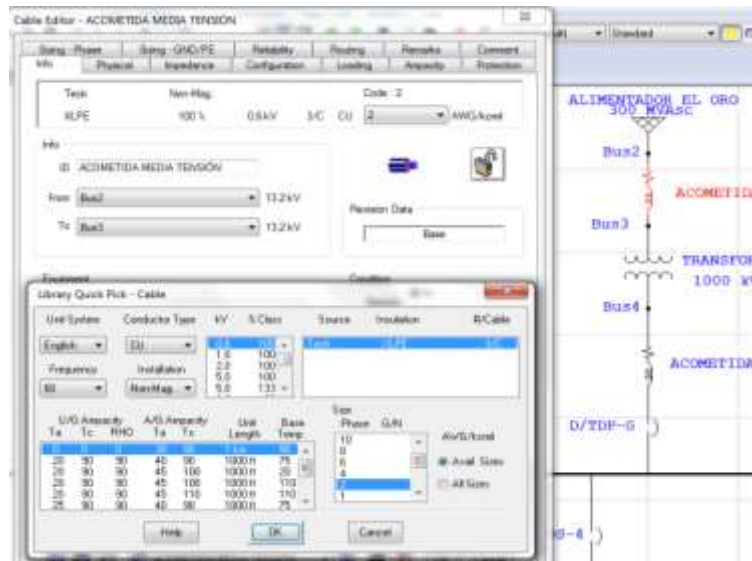


Figura 7.7 Configuración Acometida Media Tensión (Calibre)  
Fuente: Los Autores

### 7.3 Transformador Trifásico

En la configuración del Transformador se debe trabajar en tres ventanas distintas, en la ventana “Info” se debe especificar el nombre del elemento y el estándar de la norma con la que se va a trabajar, la elegida fue la norma ANSI.

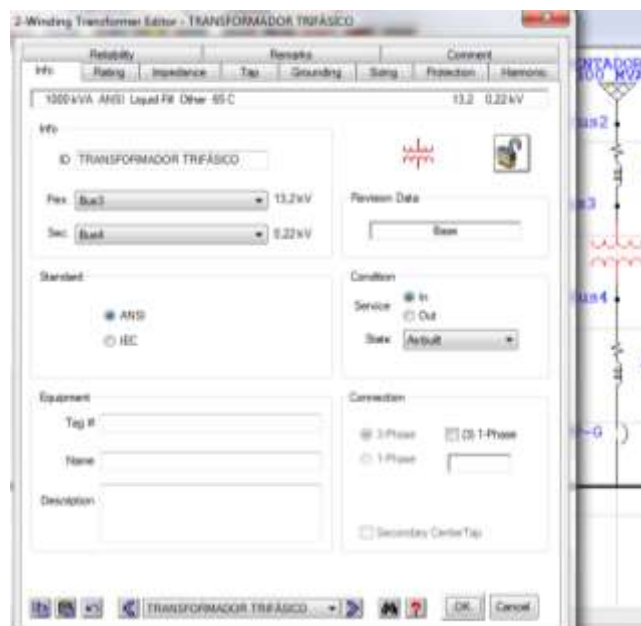


Figura 7.8 Configuración Transformador Trifásico (Norma-Nombre)  
Fuente: Los Autores

La siguiente configuración se ejecuta en la opción “rating” donde se debe especificar la potencia del transformador, los niveles de tensión tanto en el devanado de Alta Tensión como de Baja Tensión.



Figura 7.9 Configuración Transformador Trifásico (Potencia-Niveles de Tensión)  
Fuente: Los Autores

La ventana “Impedance” del transformador es donde colocaremos los valores del sistema en %Z así como en X/R.

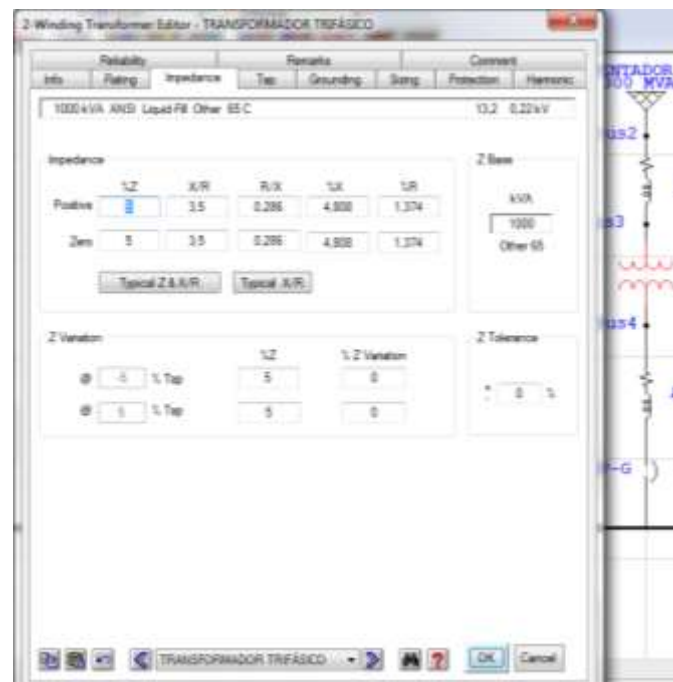


Figura 7.10 Configuración Transformador Trifásico (Impedancia)  
Fuente: Los Autores

## 7.4 Disyuntores

Al momento de configurar todos los disyuntores indistintamente de su potencia se debe tener claro la marca con la que se va a trabajar, ya que de no especificarse no se puede ejecutar la coordinación de protecciones. En la ventana “Info” se debe especificar el nombre del elemento.

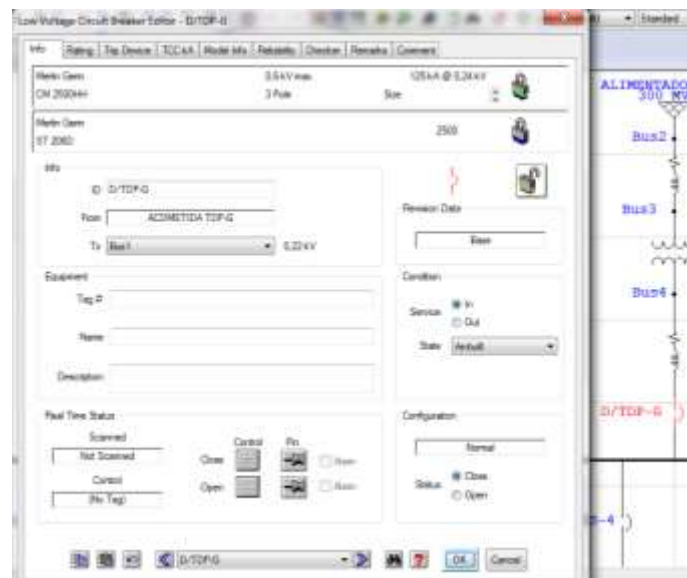


Figura 7.11 Configuración Transformador Trifásico (Impedancia)  
Fuente: Los Autores

## 7.5 Barras de Distribución

Las barras de distribución que se ubicarán en el simulador representarán los tableros de distribución principal y secundarios, los mismos en los que solo se debe especificar el nivel de tensión en el que van a trabajar “Nominal KV” y el nombre del Tablero de Distribución que representa.

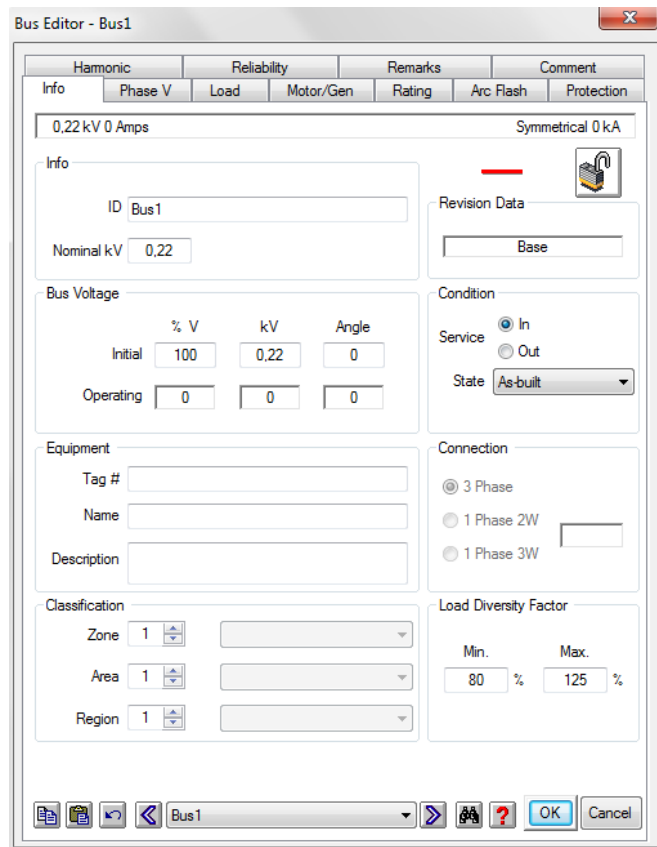


Figura 7.12 Configuración Buses de Distribución (Tableros de Distribución)  
Fuente: Los Autores

## 7.6 Cargas Puntuales

En las cargas en general se deben considerar los casos de estudio a realizar en la simulación y se deben crear los escenarios a examinar colocándole a cada situación el porcentaje en el que trabajara la carga y poder evaluar el comportamiento del sistema, luego de realizar dicha configuración se especificara la potencia de la carga en KVA así como su nombre y el nivel de voltaje en el que debe trabajar.



Figura 7.13 Configuración Cargas Puntuales (Nombre)  
Fuente: Los Autores



Figura 7.14 Configuración Cargas Puntuales (Casos de Estudio-Potencia)  
Fuente: Los Autores



## 7.7 Conexión

Una vez colocados todos elementos que conforman el sistema a analizar se debe proceder a la conexión de todos los mismos con el bloque de dibujo “cable”, una vez unificados los elementos proceder a las pruebas que brindaran el respaldo al diseño realizado.

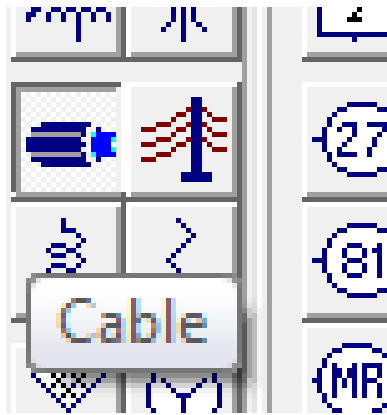


Figura 7.15 Conexión de los elementos  
Fuente: Los Autores

## 7.8 Pruebas a realizar

Una vez realizadas la configuración de cada elemento de manera individual y luego la conexión de los mismos mediante el bloque cable se obtiene la estructura de bloque del sistema en el cual se procederá a realizar las pruebas requeridas.

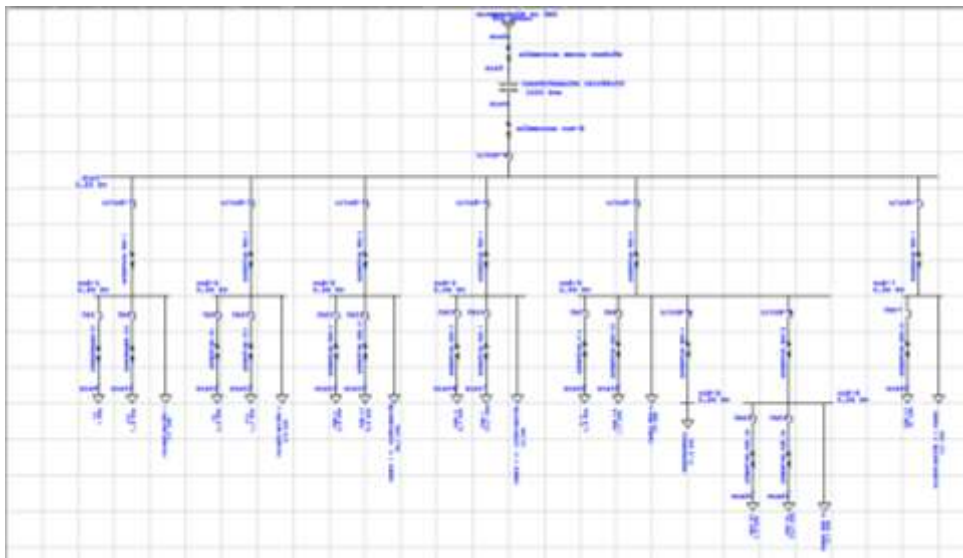


Figura 7.16 Diagrama Completo del Sistema  
Fuente: Los Autores

Las aplicaciones a utilizar del software ETAP en esta simulación son flujo de potencia en el sistema, pruebas de cortocircuito en todas las barras y simulación de las protecciones, las cuales se explicaran a continuación:

### 7.8.1 Flujo de Potencia

Para correr el flujo de potencia en un circuito deben estar configurados cada uno de los elementos que forman el mismo, niveles de voltaje en las barras cargas y fuente de alimentación, los nombres de los elementos no se pueden repetir en ninguna parte del circuito, potencia de cada elemento, calibre y distancia en cada uno de los alimentadores.

El primer paso es activar la aplicación **Load Flow Analysis** como indica la siguiente imagen:

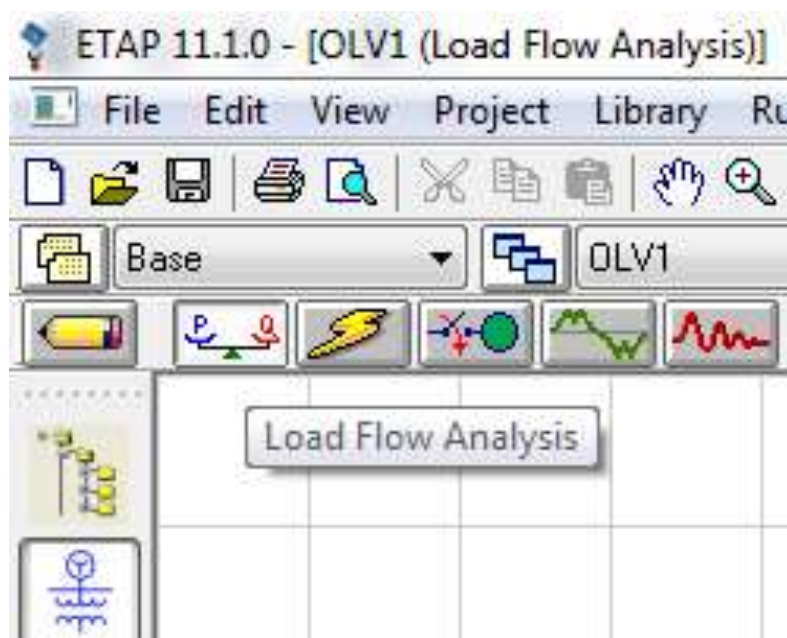


Figura 7.17 Flujo de Potencia (LOAD FLOW ANALYSIS)  
Fuente: Los Autores

Lo siguiente para correr el flujo de potencia es activar el **Run Load Flow**, luego de realizar este paso el software nos mostrara las fallas que presenta la simulación en caso de poseerlas en cualquiera de los elementos que conforman el sistema, de ser ese el caso se deben corregir cada una de las fallas que se muestren para poder continuar con la simulación.

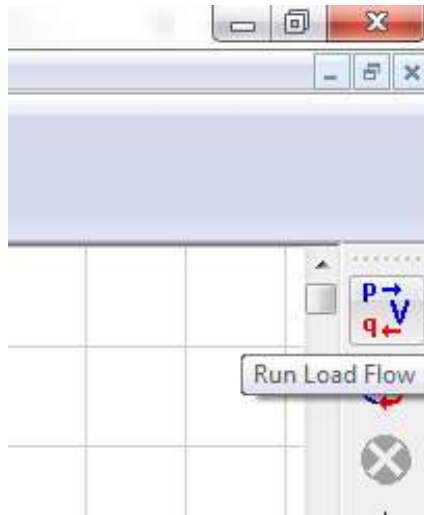


Figura 7.18 Flujo de Potencia (LOAD FLOW ANALYSIS)  
Fuente: Los Autores

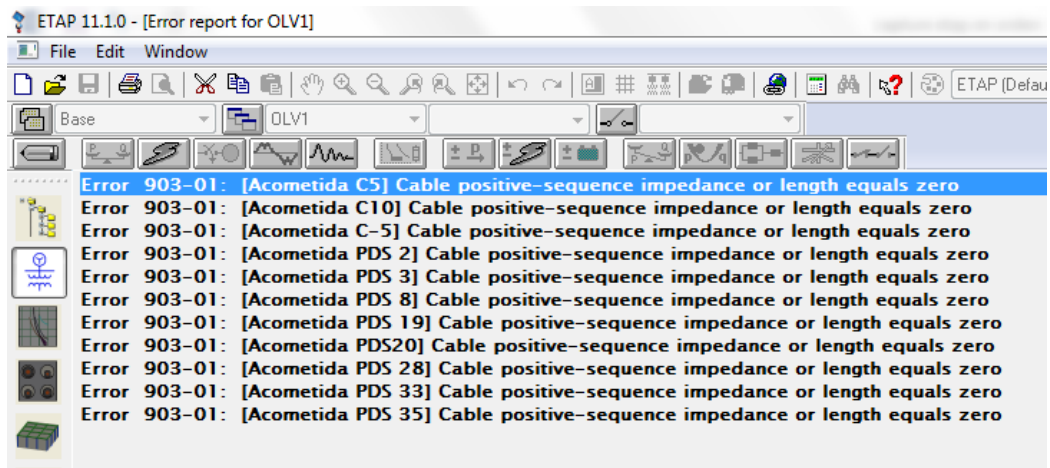


Figura 7.19 Errores presentes en el sistema (Por corregir)  
Fuente: Los Autores

Una vez corregidos los errores presentes en el sistema la simulación de Flujo de Potencia se puede llevar a cabo y el programa muestra los niveles de tensión en cada uno de los elementos, a su vez se crea una base de datos resultante de la simulación donde se muestran todos los parámetros en cada uno de los elementos, el mismo que puede ser guardado como un archivo PDF para tener antecedentes del sistema, se debe tener presente en que caso de estudio se encuentra la carga ya que se deberá realizar una simulación para cada estado de la misma.

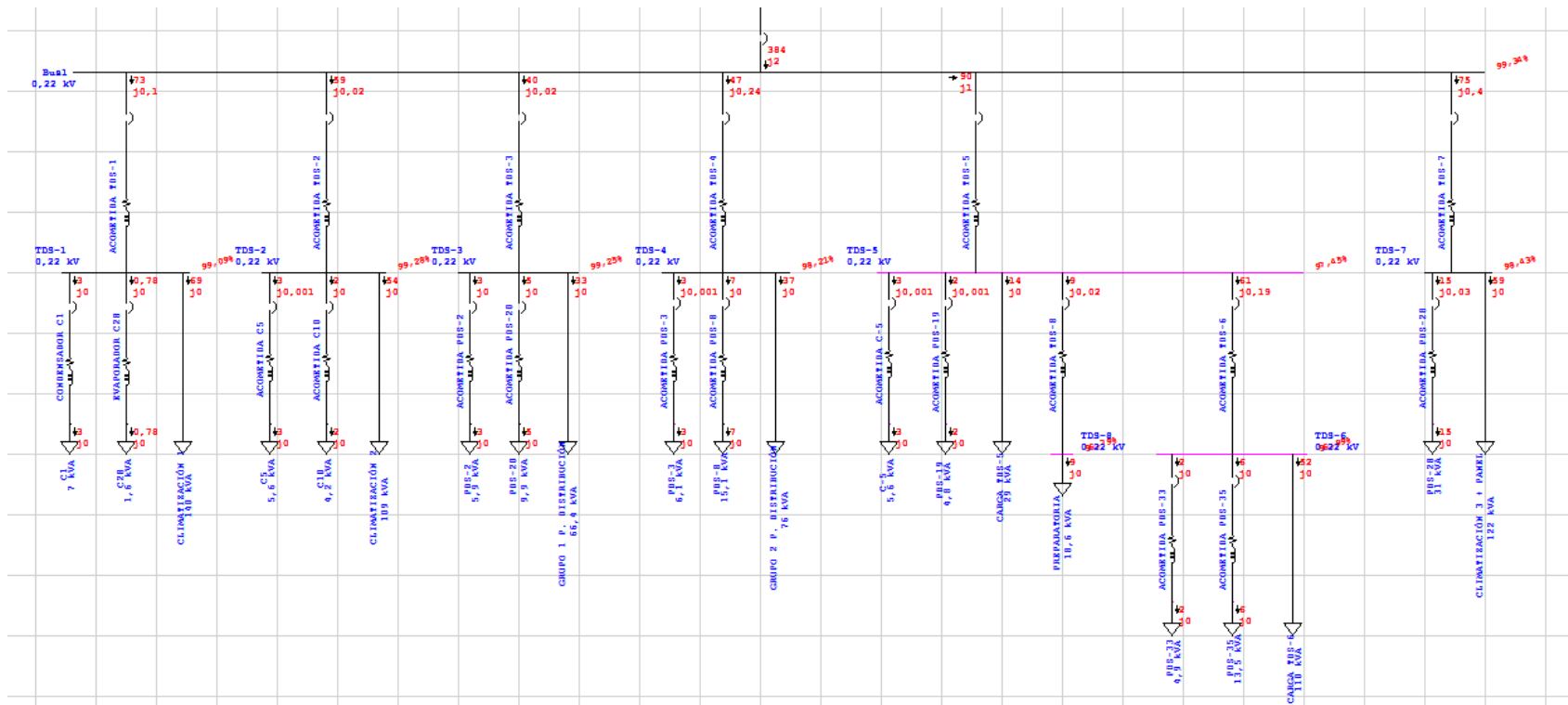


Figura 7.20 Flujo de potencia (RUN)  
Fuente: Los Autores

Existen dos opciones con las que se puede trabajar en los resultados a obtener de la base de datos al momento de realizar el Flujo de Potencia del sistema, se pueden simplemente revisar los valores de la simulación o a su vez crear un archivo en PDF y guardarlo con toda la información para ser revisado con detenimiento, el mismo que servirá también como antecedente de los valores del sistema a la fecha de realizarse las pruebas.

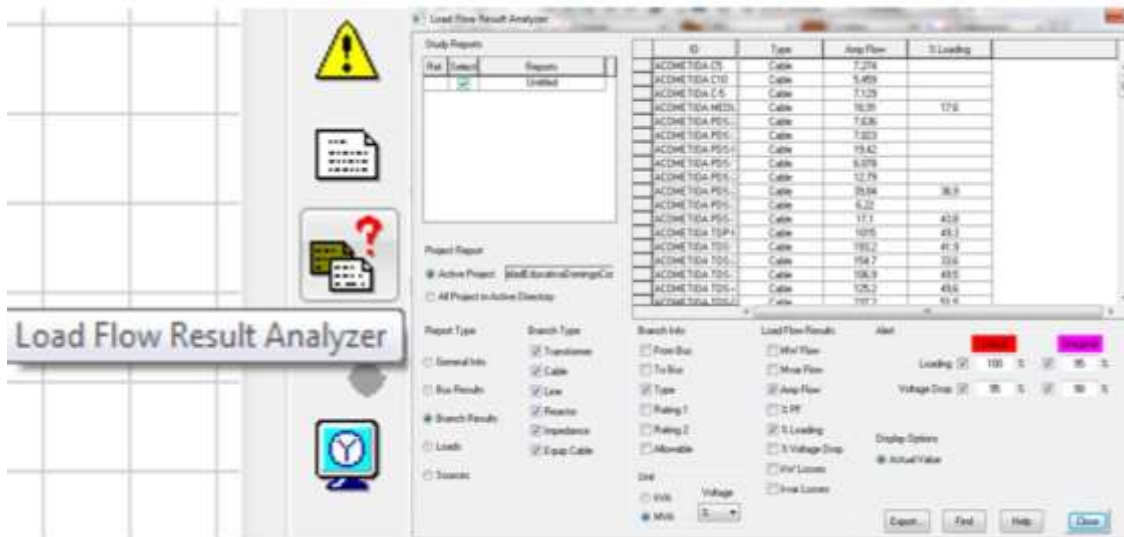


Figura 7.21 Resultados Flujo de Potencia (Revisión)

Fuente: Los Autores

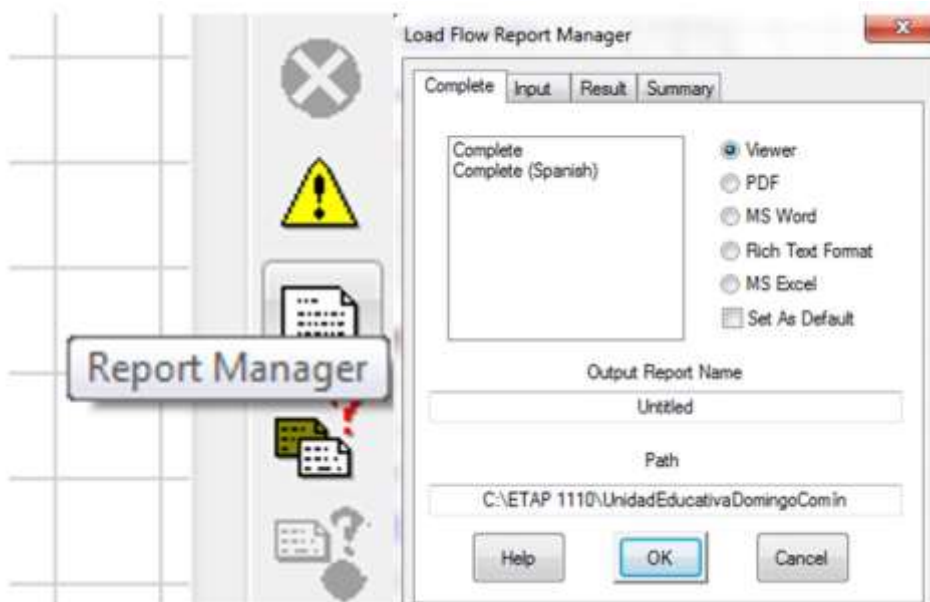


Figura 7.22 Resultados Flujo de Potencia (Crear PDF)

Fuente: Los Autores

### 7.8.2 Prueba de Corto Circuito

Las pruebas de cortocircuito se deben realizar en todas las protecciones del sistema (Disyuntores) y el fin de la misma es simular la máxima falla de sobre corriente que debe soportar cada uno de los mismos, una vez realizada la simulación de fallas por cortocircuito se puede proceder a la elección de los disyuntores adecuados no tan solo por su Amperaje de operación sino también por la corriente de cortocircuito máxima que debe soportar.

El primer paso es seleccionar las protecciones en las que se va a llevar a cabo la prueba, luego de esto se debe activar la aplicación **Short-Circuit Analysis** en la barra superior para después escoger la opción de máxima falla que se ubica en la barra lateral derecha de la pantalla ya que siempre se evalúa la peor situación posible.

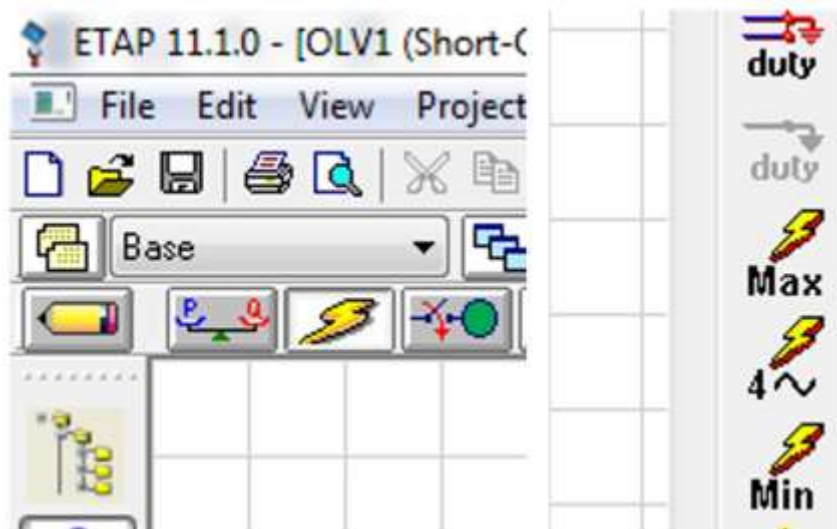


Figura 7.23 Prueba de Cortocircuito (Corriente Máxima)  
Fuente: Los Autores

Luego de esto en la pantalla central donde se encuentra el diseño del sistema aparecerán las corrientes máximas que deben soportar las protecciones, con la ayuda de estos valores de corriente en kilo-amperios se colocarán las protecciones adecuadas para soportar este tipo de fallas.

### 7.8.3 Coordinación de Protecciones

Luego de llevar a cabo con éxito las pruebas antes descritas se procede a realizar el ajuste de los dispositivos de protección para corroborar que los disyuntores trabajen adecuadamente al momento de existir una falla en el sistema, a continuación se muestra una a una la dinámica de trabajo de los elementos de protección en el tablero de distribución principal y secundarios respectivamente partiendo desde el TDP-G aguas abajo en cada uno de los ramales.

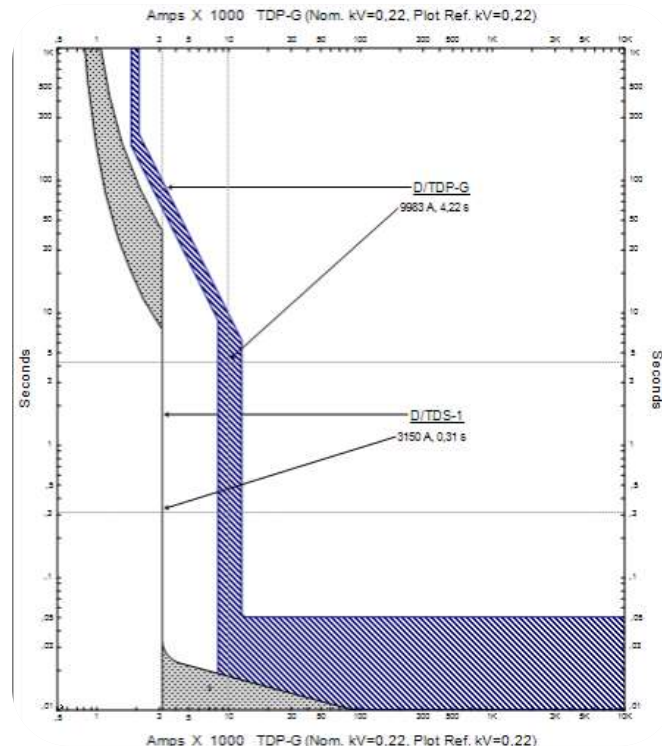


Figura 7.24 D. TDP-G vs. D. TDS-1  
Fuente: Los Autores

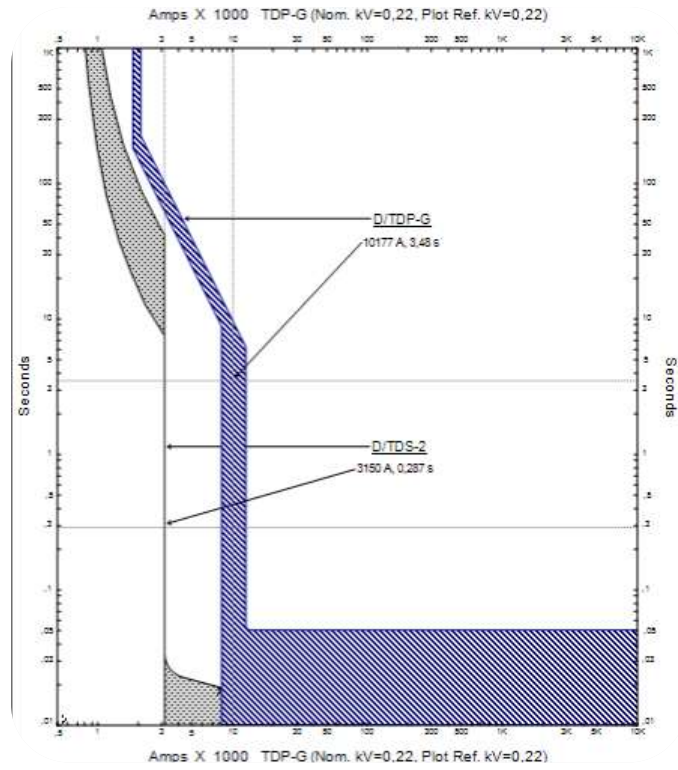


Figura 7.25 D. TDP-G vs. D. TDS-2  
Fuente: Los Autores

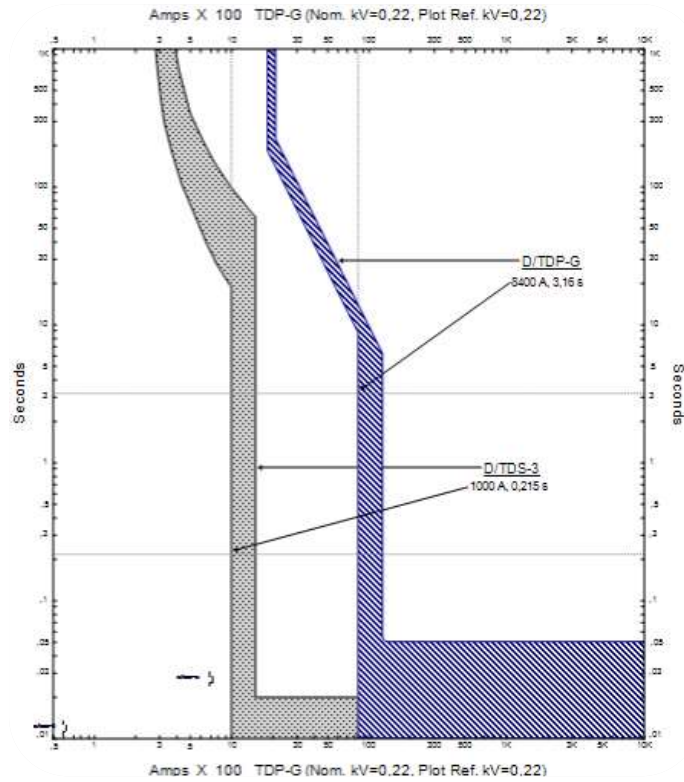


Figura 7.26 D. TDP-G vs. D. TDS-3  
Fuente: Los Autores



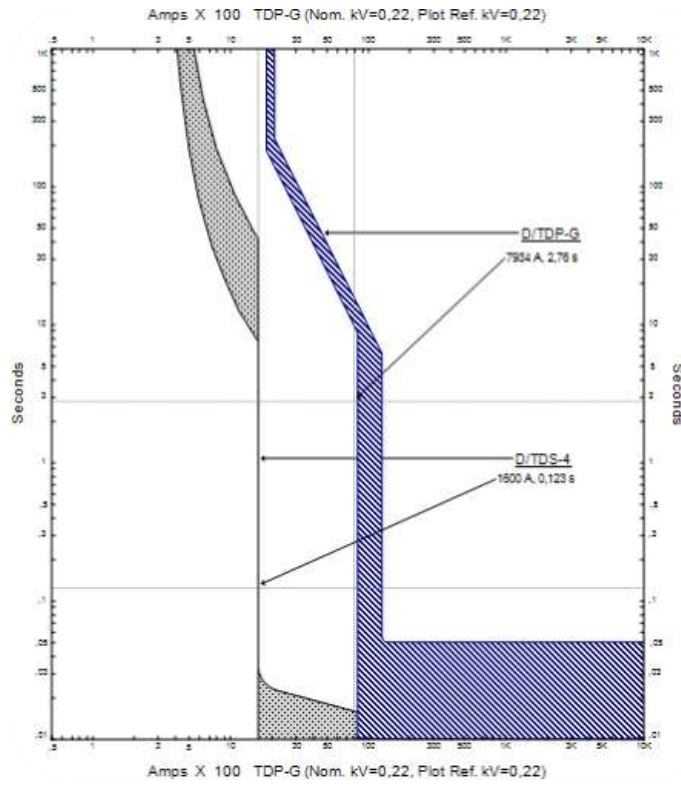


Figura 7.27 D. TDP-G vs. D. TDS-4  
Fuente: Los Autores

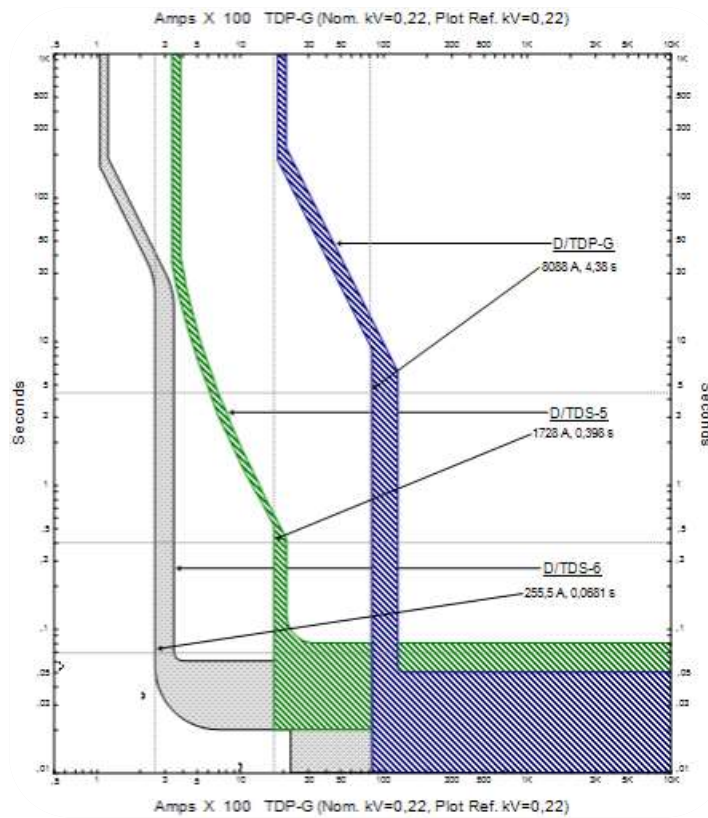


Figura 7.28 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-6  
Fuente: Los Autores

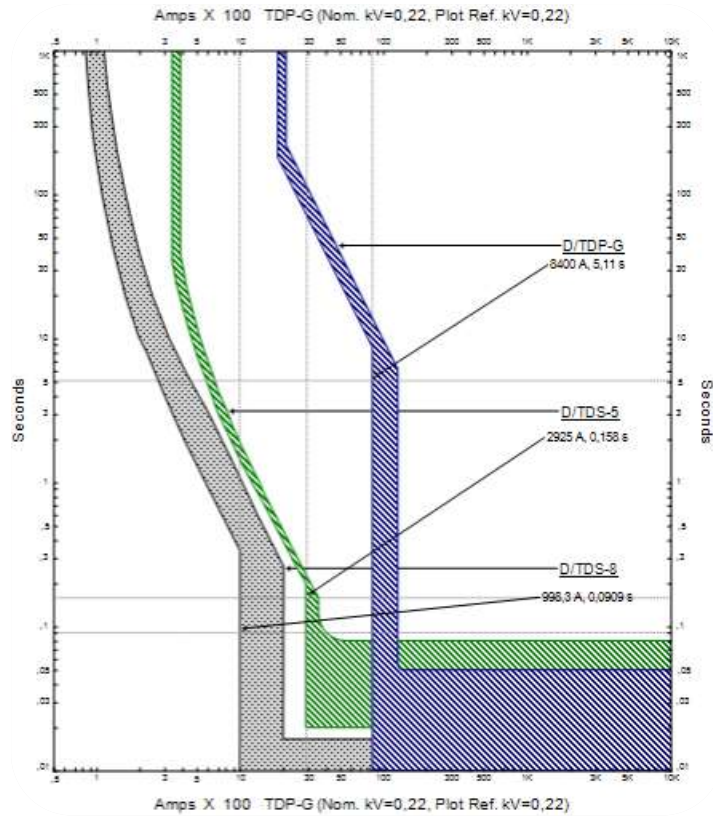


Figura 7.29 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-8  
Fuente: Los Autores

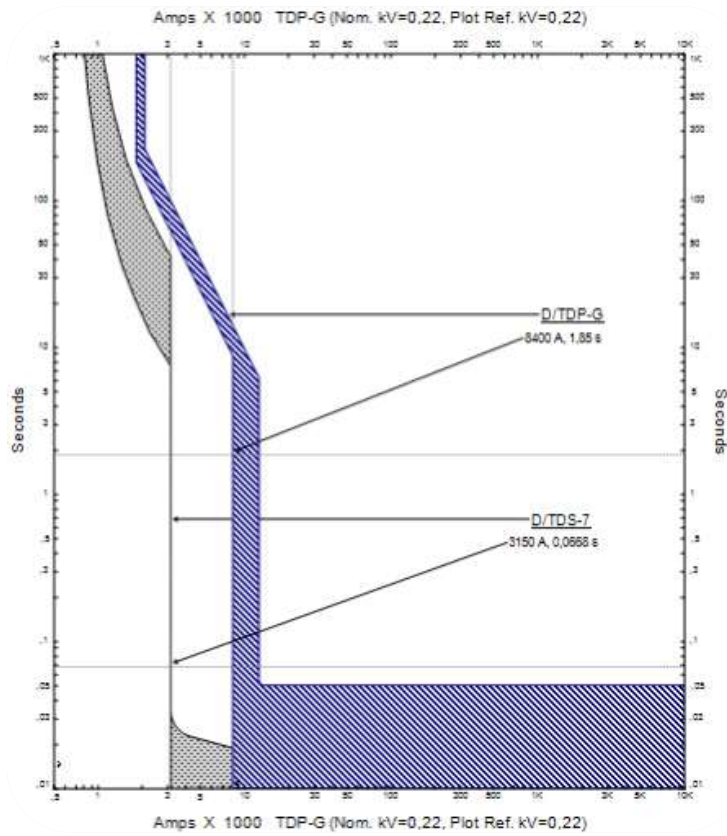


Figura 7.30 D. TDP-G vs. D. TDS-5 / D. TDS-7  
Fuente: Los Autores

Claramente se observa en las gráficas el correcto funcionamiento de las protecciones en el orden de importancia y de funcionamiento para el cual fueron dimensionadas, en la quinta y sexta imagen se muestran tres curvas de funcionamiento ya que el tablero de distribución secundaria TDS-5 provee de energía a los tableros TDS-6 y TDS-8 y este a su vez es energizado por el TDP-G.

### **Observaciones y Conclusiones**

El software ETAP ha sido una herramienta de gran ayuda al momento de convalidar los datos resultantes obtenidos a lo largo del diseño y cálculo de la propuesta para el nuevo Sistema Eléctrico de la Unidad Educativa Salesiana Domingo Comín.

Al momento de simular los diferentes casos de estudio con los porcentajes de carga establecidos (50% - 85% - 100%) fue posible analizar el comportamiento tanto del transformador como de las acometidas sin encontrar novedades o comportamientos inadecuados en ninguno de los elementos.

La prueba de Cortocircuito fue la de mayor ayuda al momento de dimensionar las protecciones del sistema, ya que nos brinda los valores máximos de corriente que deben soportar los disyuntores al momento de presentarse una falla en cualquiera de los ramales del circuito sin presentar daños en su mecanismo, luego de dimensionar la capacidad de trabajo del disyuntor la corriente de cortocircuito es el segundo dato más importante al momento de tomar una decisión para proteger el sistema eléctrico de la mejor manera.

La coordinación de protecciones es una herramienta práctica y fácil de interpretar por su naturaleza gráfica, a su vez de mucha ayuda para organizar y prever que al momento de existir una falla solo trabajen las protecciones necesarias y no se interrumpa la energía en otros ramales del sistema que no estén involucrados en dicha falla.

## 8 Bibliografía

Chapman, S. J. (1997). *Maquinas Electricas*. Mexico: Tercera Edición.

Coloma. (s.f.). Obtenido de Profesor Coloma:  
<http://profesorcoloma.blogspot.com/2011/07/la-energia-electrica.html>

Comín, U. E. (s.f.). *domingocomin.edu.ec*. Recuperado el 10 de mayo de 2014, de  
<http://www.domingocomin.edu.ec/index.php/vision>

Comín, U. E. (s.f.). *domingocomin.edu.ec*. Recuperado el 10 de mayo de 2014, de  
<http://www.domingocomin.edu.ec/index.php/mision>

Comín, U. E. (s.f.). *domingocomin.edu.ec*. Recuperado el 2014 de mayo de 2014, de  
<http://www.domingocomin.edu.ec/index.php/institucion>

Giordano, j. (16 de Julio de 2014). *PROFISICA*. Obtenido de PROFISICA:  
<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=19>

Harper, E. (1998). *El ABC de las instalaciones Eléctricas*. Mexico: Limusa.

Natsim. (2012). *Acometida*. pag. 16.

Natsim. (2012). *Normas electricas*.

NEC. (1996). *NATIONAL ELECTRICAL CODE*.

Prentice, J. (s.f.). *ups.edu.ec*. Obtenido de  
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2195/12/UPS-GT000157.pdf>

PRIETO, R. (1 de JUNIO de 2014). *CONCEPTOS DE ELECTRICIDAD BASICA*. Obtenido de  
[http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/TECNOLOGIA\\_ELECTRICA0001.pdf](http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/TECNOLOGIA_ELECTRICA0001.pdf)

Reyes, V. (s.f.). Obtenido de [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-9238.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-9238.pdf)

Teknomega. (s.f.). *Teknomega*. Obtenido de <http://www.teknomega.es/departamento-paneles/barras-cobre-y-aluminio>

