

INDICE

CAPITULO I

GENERALIDADES

	Pág.
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos Rediseño del Sistema Eléctrico Interno.....	2
1.3 Objetivos Diseño Cámara de Transformación	2
1.4 Importancia y Justificación del Proyecto	2
1.5 Alcance.....	2

CAPITULO II

INFORMACIÓN TEÓRICA

2.1 ¿Que es rediseño?	6
2.1.1 Calidad en las Instalaciones Eléctricas.....	6
2.1.2 Proyecto Eléctrico.....	7
2.2 Diseño de Cámara de Transformación.....	13
2.2.1 Especificaciones Técnicas.....	13

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL ESPE-L

3.1 Descripción del Sistema Eléctrico de Media Tensión.....	29
3.1.1 Centros de Transformación ESPE-L.....	29
3.1.2 Diagrama Unifilar.....	30
3.1.3 Protecciones Actuales.....	30
3.1.4 Coordinación Actual.....	30
3.1.5 Características de Consumo.....	31
3.2 Descripción del Sistema Eléctrico de Baja Tensión.....	32
3.2.1 Carga Instalada.....	32
3.2.2 Diagramas Unifilares.....	32
3.2.3 Protecciones Actuales.....	32

CAPITULO IV

REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO INTERNO

4.1 Estudio del Sistema de Baja Tensión.....	34
4.1.1 Ejemplo de Cálculos.....	34
4.2 Rediseño del Sistema ESPE-L.....	38
4.3 Rediseño Específico.....	41
4.4 Justificación del Nuevo Sistema Eléctrico.....	44
4.5 Ajuste entre Centros de Transformación y el Sistema de Baja Tensión.....	45
4.6 Estudio Económico.....	47

CAPITULO V

DISEÑO DE LA CAMARA DE TRANSFORMACIÓN PARA LA TENSIÓN DE 13.8 KV.

5.1	Cálculos de las corrientes de cortocircuitos.....	49
5.2	Selección de Materiales y Equipos.....	53
5.2.1	Selección de Transformadores.....	53
5.2.2	Selección de Elementos de Protección y Seccionamiento.....	54
5.2.3	Selección de Pararrayos.....	57
5.2.4	Selección de Equipos de Medida.....	57
5.2.5	Selección del sistema de Puesta a Tierra.....	58
5.2.6	Selección de Accesorios Varios.....	62
5.3	Diseño de Cámara de Transformación.....	64
5.3.1	Diseño.....	64
5.3.2	Observaciones.....	64
5.3.3	Características Técnicas.....	66
5.4	Estudio de Posible Mejor Ubicación de Cámara de Transformación.....	67
5.5	Valoración Técnica-Económica.....	68

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	70
6.1.1	Para el Rediseño del Sistema Eléctrico.....	70
6.1.2	Para el Diseño de Cámara de Transformación.....	70
6.2	Recomendaciones.....	71
6.2.1	Para el Rediseño del Sistema Eléctrico.....	71
6.2.2	Para el Diseño de Cámara de Transformación.....	72

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

II.- CAPITULO INFORMACIÓN TEÓRICA

2.1 ¿QUE ES REDISEÑO?

Rediseño es la renovación de un antiguo diseño que resulta en la actualidad deficiente por no cumplir con reglas y normas vigentes.

En lo referente al presente proyecto el rediseño se lo realizará en el sistema eléctrico ESPE-L, alcanzando todas las zonas de consumo, como por ejemplo:

- **Oficinas o dependencias administrativas**
- **Laboratorios (Electricidad, Electrónica, Metal mecánica, Médicos, etc.)**
- **Bloques de aulas**
- **Servicios (Cafetería, peluquería, librería, auditorios, gimnasio, etc.)**
- **Iluminación externa**
- **etc.**

A continuación se abordan todos los parámetros que hay que tomar en cuenta para la realización del presente proyecto.

2.1.1 CALIDAD EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

La calidad que ofrece un sistema eléctrico se basa en parámetros técnicos como son, el voltaje, la frecuencia y la continuidad en el servicio.

Existen rangos de admisión de errores, por ejemplo para el voltaje su rango de error podría llegar hasta un 5%, la frecuencia solamente hasta un 1%, sobre ó bajo los niveles nominales, a un mínimo de interrupciones.

En cuanto al abastecimiento en valores estándares de voltaje, frecuencia y continuidad la Empresa Eléctrica es la responsable, pero para una empresa en particular los responsables son los dueños de las mismas, los cuales son los encargados de controlar las fallas por diversos factores, actualmente existen dos maneras de controlarlas:

- **La primera en base a proporcionar características adecuadas a sus componentes para que soporten fallas no previstas, dicho recurso resulta de muy alto costo y casi imposible de ponerlo en práctica.**
- **El segundo método es crear un adecuado control mediante protecciones eléctricas, correcta selección de materiales y una adecuada distribución de circuitos, todo basado en normas vigentes.**

En la práctica este ultimo es el que se lo realiza, ya que el objetivo principal es el de controlar al máximo los efectos de las fallas, en esencia diríamos que con un adecuado sistema de protecciones al producirse una, estas actúan des-energizando el sector afectado, manteniendo de esta forma la calidad del resto del sistema eléctrico.

2.1.2 PROYECTO ELECTRICO

El proyecto eléctrico debe ser elaborado de manera tal que garantice un servicio adecuado; que permita al edificio usar racionalmente los beneficios de la energía eléctrica; y que prevea, en función del análisis costo/beneficio las necesidades futuras.

Es fundamental que desde un inicio se conozca los suficientes datos y pormenores de la edificación y tipos de consumidores a efectos de alcanzar un alto grado de coordinación y compatibilidad entre el diseño eléctrico y el resto de servicios.

A continuación, se describen los elementos generales a tomarse en cuenta en el diseño:

a. ESTUDIO DE CARGA

Consiste en determinar con precisión las cargas eléctricas en cada uno de los ambientes de un proyecto arquitectónico, clasificándolas de la siguiente manera:

- **Iluminación:** en función del tipo de iluminación (incandescentes, fluorescentes, etc.), se resumirá la cantidad de aparatos proyectados.
- **Tomacorrientes:** se asignará por cada tomacorriente doble una carga de 100W.
- **Salidas especiales:** se las considerará a aquellas las cuales sobrepasen los 1000W.

b. FACTOR DE DEMANDA

En razón de que las demandas máximas de las diferentes cargas no son coincidentes en el tiempo, se requiere considerar determinados factores de demanda (ver Anexo 01) y que están en función del tipo de construcción. Estos factores, se aplicarán para determinar la demanda de diseño.

La carga instalada determinará el tipo de consumidor.

b1. Iluminación y Tomacorrientes

La demanda de las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, debe ser calculada en base a la carga declarada y a los factores de demanda indicados en los cuadros 01 – 02 del Anexo 01.

De haber cargas especiales, se aplicarán los factores de demanda del cuadro 03.

b2. Electrodomésticos

Considerará las siguientes potencias de los electrodomésticos contemplados en las instalaciones proyectadas:

- Con potencia definida (media)

Ducha eléctrica	3000W
Horno microondas	1300W
Horno eléctrico	1500W
Plancha eléctrica	1500W

TV/color 20 Pulg.	100W
Computadora personal	300W
Equipo de sonido	100W
Foco incandescente	100W
Refrigeradora	300W
Lámpara fluorescente	40W
Ahorrador	40W

- **La demanda de los aparatos eléctricos debe ser determinada en función de la carga instalada, utilizar cuadro 03 Anexo 01.**

c. DETERMINACIÓN DE LA ILUMINACIÓN

Para la elaboración del proyecto de iluminación interior se deberá partir de los planos de los locales y de los siguientes aspectos.

- **Tipo de actividad a desarrollar,**
- **Dimensiones y características físicas del local a iluminar, y**
- **Características, detalles del cielo raso, paredes, piso y la disposición del mobiliario y/o maquinaria.**

En base a los aspectos enunciados, se deberá determinar si el tipo de alumbrado es general ó localizado.

d. TOMACORRIENTES Y SALIDAS ESPECIALES

En construcciones comerciales, tales como oficinas establecimientos públicos, educacionales, almacenes etc., se instalará un tomacorriente con toma de tierra por lo menos, por cada 5m lineales de pared.

Para locales comerciales cuya área sea mayor de 40m², se colocarán 4 tomacorrientes para los primeros 40m² y un mínimo de dos por cada 40m² o fracción adicional.

En locales y naves industriales se instalará un tomacorriente por cada 10m de pared, como mínimo los cuales serán para usos generales. Ej. Enceradoras, herramientas manuales etc.

Para tomas con cargas especiales (sobre los 1000W), estos serán receptáculos diseñados para el efecto y ubicados en sitios previamente escogidos.

En locales especiales tales como: teatros, hospitales, centros de enseñanza ú otro de concurrencia pública, se efectuará la distribución de tomacorrientes acorde con los equipos a utilizarse, conectados a tierra.

e. CIRCUITOS

- En una determinada área deberán proyectarse circuitos independientes de iluminación y tomacorrientes, los mismos que tendrán las siguientes características:
- Potencia máxima 2000W
- Deberán disponer de su propio neutro, y
- Se procurará que su longitud máxima no sobrepase los treinta metros.

f. CALIBRE DE CONDUCTORES

Para el cálculo se requiere considerar tres factores:

- Capacidad de corriente
- Caída de tensión, y
- Capacidad de cortocircuito.

En el Anexo 02 se puede apreciar las características de los conductores, los cuales se los utilizo para los respectivos cálculos.

f1. Iluminación y Tomacorrientes

- La caída máxima permisible es 2.5 %, para un nivel de voltaje de 120V.
- El calibre del conductor del neutro será igual al conductor de las fases ;
- En circuitos de iluminación, se utilizará conductor de cobre con una sección mínima de 3mm² - 12AWG.
- En circuitos de Tomacorrientes, se utilizará conductor de cobre con una sección mínima de 5mm² - 12AWG.

f2. Cargas especiales

- Conductores que alimenten a un solo motor, se dimensionarán para una intensidad igual al 125 % de la misma a plena carga.
- Para un circuito que alimente a varios motores, la capacidad del conductor no debe ser menor que el 125% de la corriente a plena carga del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a plena carga de los restantes motores.
- En circuitos para motores trifásicos , la sección del conductor del neutro podrá ser el 65% de la sección del conductor de las fases, y
- Se considera también como carga especial, los equipos de computación para los cuales es necesario, a más de la fase y el neutro, un hilo adicional para la conexión a tierra, el cual podrá ser de una galga menor de la fase y neutro.

f3. Para alimentadores a Subtableros

- La caída de tensión máxima permisible es 1.0% desde el transformador o tablero principal hasta el subtablero; y
- El calibre mínimo recomendado para un alimentador a subtablero, deberá ser el N° 8AWG de cobre.

g. CENTROS DE CARGA

La instalación de los centros de carga, obedecerán a los siguientes criterios:

- Se colocarán en lugares de fácil acceso para labores de reconexión o mantenimiento.
- Se instalará por lo menos un subtablero por cada planta activa, y el área de servicio de cada uno de ellos no será mayor a 200m²,
- El diseño deberá constar con un diagrama unifilar en el que se especifique todos los centros de carga y los circuitos que parten de ellos indicando claramente tipo de carga, la fase o fases involucradas, la potencia de cada uno de los circuitos;
- Las cargas asignadas a las fases deben equilibrarse en todo cuanto sea posible a fin de no exceder el 5% de diferencia entre ellas.
- El número de circuitos derivados desde un tablero no deberá exceder de 12.
- Para cada cinco salidas que se alimenten del tablero, se debe dejar una salida de reserva ; y
- Toda fase activa que salga del tablero deberá necesariamente pasar a través de un dispositivo de protección.

h. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las sobre-intensidades tienen su origen en dos factores: 1. las sobrecargas por la utilización de aparatos adicionales o defectos de aislamiento de gran impedancia, 2. cortocircuitos.

Los dispositivos de protección (fusibles, interruptores termo magnéticos, etc.) cumplirán con las siguientes características generales:

- Serán dimensionados de acuerdo con la capacidad de los circuitos a proteger, respondiendo a sus curvas de funcionamiento intensidad-tiempo.
- Los motores de potencia nominal superior a 0.75KW y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, estarán protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en todas sus fases; y
- Para circuitos monofásicos de tres hilos y trifásicos a 3 ó 4 hilos cuando alimentan un motor, el interruptor de mando deberá necesariamente que ser trifásico.

i. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se utiliza con el fin de limitar la tensión que, con respecto a tierra puedan presentar en un determinado momento las partes metálicas y para asegurar la actuación de las protecciones.

La puesta a tierra comprende toda ligazón entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo(s) enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que no exista diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla ó las de descarga de origen atmosférico.

Necesariamente, se deberán poner a tierra los siguientes elementos:

- **Las estructuras metálicas de los edificios, tales como varillas de las columnas, losas, tuberías de agua potable, etc.**
- **Las partes metálicas de los tableros de distribución, armarios de distribución, las carcazas de los motores etc.**

j. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

j1. Altura de Instalación

Para la colocación de los diferentes elementos, se deberá considerar lo siguiente:

- **Para interruptores, conmutadores y pulsadores, la altura de instalación sobre el nivel de piso, será de 1.5 metros.**
- **Los tomacorrientes por norma general se colocarán a 0.4 metros del piso, salvo casos especiales como baños, cocinas etc.**
- **Para tomacorrientes empotrados en el piso, deberán ser a prueba de humedad y poseer alta resistencia mecánica.**

j2. Tuberías y cajetines

Las tuberías para la instalación de los circuitos eléctricos, podrán ser de los siguientes tipos:

- **Tubería PVC de alta presión. No se utilizara en construcciones de madera;**
- **Tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra); y**
- **Tubería metálica pito EMT, rígida o flexible.**

En la construcción se deberá considerar lo siguiente:

- **Los tramos de tubería deberán ser continuos entre caja de salida, tableros, cajas de conexión, etc., es decir debe haber solidez mecánica y continuidad eléctrica en la instalación.**
- **La tubería deberá ir empotrada en la mampostería y llevada por el cielo raso, pared ó piso de acuerdo al diseño.**
- **No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección ó de neutro.**
- **Los tramos de tubería se deben asegurar adecuadamente a los hierros de la estructura para evitar el movimiento de los mismos.**
- **El trazado de la tubería, se realizara siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.**
- **Los diámetros de las tuberías deberán ser suficientes para poder alojar los cables necesarios.**
- **Toda caja, sea pequeña o grande, deberá tener la tapa y sus tornillos de fijación;**

- En los circuitos de distribución interna las tuberías que van empotradas en la mampostería podrán ser del tipo PVC, pero cuando estas van por el tumbado falso ó al descubierto deberán ser metálicas EMT.
- Las tuberías empotradas en la mampostería deberán contener como “pescador” un alambre de hierro galvanizado N° 16 AWG.

j3. Instalaciones de conductores

- Los conductores a utilizarse deben colocarse de modo que puedan ser fácilmente revisados ó reemplazados.
- Los conductores deberán sujetarse a las normas vigentes por la INEN, en lo que se refiere a su tipo de aislamiento. Ej: en caso que se deba utilizar un conductor con excesiva humedad se utilizará un conductor de Cu con aislamiento tipo TTU.
- Para identificar las fases de los conductores se utilizará el siguiente código:

FASES	COLOR
R	Negro ó plomo
S	Rojo ó amarillo
T	Azul ó celeste
N	Blanco
Puesta a tierra	Verde ó desnudo

Tabla 01

j4. Colocación de centros de carga

- En los tableros y sub. Tableros, en el lado interior de las puertas debe colocarse el diagrama unifilar de los circuitos a los que protege cada uno de las protecciones.
- Los materiales que se empleen en la confección de tableros deben ser no flamables.
- Para ambientes húmedos, los tableros se colocarán verticalmente dejando un espacio mínimo entre el y la pared de 4cm, espacio que deberá aumentarse a 10cm cuando los muros sean húmedos, amenos que se instale un revestimiento impermeable y a 20cm, si el centro de distribución tiene algún punto vivo detrás de él.

2.2 DISEÑO CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN

Para realizar el diseño de la cámara de transformación, debemos primero conocer sus elementos, sus características y normas vigentes para dicho proyecto.

2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN

Una cámara de transformación está constituida por varios elementos, como son el Transformador, equipos de protección y medida colocados en el interior de una edificación diseñada para dicho fin. Dicha cámara de transformación es el corazón de un sistema eléctrico, el cual debe ser bien diseñado, para de esta manera realizar una adecuada distribución de energía al sistema.

A continuación se detallan cada uno de los elementos que conforman la cámara de transformación, tomando muy en cuenta sus especificaciones técnicas, las cuales deben satisfacer las necesidades del sistema ESPE-L.

Los elementos que intervienen en una Cámara de Transformación en forma general son:

a. Transformador

- Monofásicos
- Trifásicos

b. Elementos de protección

En el primario del transformador

- Pararrayos
- Seccionadores – Fusible

En el secundario del transformador

- Interruptores Termo magnéticos
- Fusibles tipo NH

c. Equipos de medición

- Contadores de energía
- Transformador de corriente
- Transformador de potencia
- Amperímetros
- Voltímetros

d. Sistema de Tierra

- Malla a Tierra

e. Obra civil

- Infraestructura civil

f. Varios

En el primario del transformador

- Conductores
- Tuberías

En el secundario del transformador

- Conductores
- Tuberías
- Tablero de distribución general

Todos los elementos anteriormente enumerados, deben cumplir los requisitos ó normas establecidas por la Empresa eléctrica y los requeridos por el sistema en cuestión.

Las características más importantes de los elementos de la cámara de transformación se las describen a continuación individualmente:

a. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Este se constituye como el elemento principal, es una máquina eléctrica estática que trabaja con el principio de inducción electromagnético y sirve para transformar la energía eléctrica de un valor de distribución a uno de consumo, manteniendo la frecuencia en 60Hz.

Con respecto al método de enfriamiento de los transformadores es necesario tomar en cuenta que la disipación de calor por convección disminuye con la altitud, lo que significa que la capacidad del transformador (potencia KVA) disminuye a mayor altitud, los fabricantes por su parte los construyen por lo general para una altura de 1000 msnm, entonces la capacidad del transformador disminuye por cada 100 m sobre los 1000 msnm en un porcentaje del 0.4 %

Ablando por parte de ECUATRAN S.A. construye transformadores auto-enfriados, sumergidos en aceite; aptos para trabajo continuo a una altura de 3000 msnm, con una variación de temperatura de 65°C sobre la del ambiente.

Deberán incluir dispositivos de montaje en el piso y serán apropiados para instalación a la intemperie sobre una base de superficie.

a.1 Conexiones

Las conexiones de los arrollamientos para los transformadores trifásicos será delta en el lado del primario y estrella con neutro en el lado del secundario, el grupo de conexión será DY5.

a.2 Derivaciones

Los transformadores en todos los casos, deberán estar provistos, en arrollamiento primario, con derivaciones para conmutación exterior sin carga que permitan variaciones de la relación de transformación en los siguientes porcentajes: -5 %, -2.5 %, +2.5 %, +5 %.

a.3 Impedancia

El valor máximo es de 4 %.

a.4 Accesorios

Los transformadores deberán estar provistos de los siguientes elementos o características como mínimo:

- a. Indicador de nivel de aceite
- b. Válvula de drenaje para aceite
- c. Conector para conexión a tierra del tanque
- d. Placa de características
- e. Dispositivos de elevación
- f. Ruedas orientadas a 90 grados (no siempre)

a.5 Potencia nominal

La potencia nominal especificada se refiere al valor de la potencia expresada en KVA de salida en régimen continuo, con una temperatura ambiente de 30°C y un sobrecalentamiento de 65°C por resistencia.

En el Anexo 03 se puede apreciar los datos generales para transformadores tanto trifásicos como monofásicos, con sus respectivas configuraciones físicas.

a.6 Normas

Los transformadores deberán satisfacer las disposiciones que en cuanto a diseño, fabricación y pruebas se establecen en las Normas INEM 139 y 140 e ICONTEC en su última versión

a.7 Perdidas

Los valores de perdidas con carga, sin carga y totales, no deberán ser superiores a las máximas especificadas en los cuadros del Anexo 04.

b. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos más importantes a proteger en la Cámara de Transformación son, los cables de conexión conjuntamente con el transformador.

Los tipos más comunes de falla externa de los Transformadores son: cortocircuitos, sobrecargas, sobre tensiones por fallas del sistema ó atmosféricas, hay que tomar muy en cuenta la elección de los pararrayos para protegerlo contra sobre voltajes producidos por rayos, los cuales son las fallas más peligrosas para el transformador, también hay que tomar en cuenta las sobre-corrientes en el secundario que no son adecuadamente despejados por una inadecuada coordinación de protecciones.

Los aparatos que se pueden usar contra cortocircuitos, sobrecargas, sobre-corrientes, son los siguientes: fusibles, interruptores (caja moldeada, termo magnéticos), para el sistema ESPE-L se tomará como los adecuados los Interruptores Termo magnéticos y fusibles, medios con los cuales han venido funcionando a la tensión de 6.3 KV, los cuales no habido queja alguna de su funcionamiento hasta la fecha actual.

❖ *Para el primario de transformadores se dispondrán entonces de los siguientes elementos de protección:*

b.1 SECCIONADORES FUSIBLES

Los equipos de seccionamiento permiten la desconexión del transformador de la línea de alimentación, con el propósito de mantenimiento (cambio de elementos ó accesorios, limpieza, medición de parámetros estándar, etc.) de la cámara.

- **Para potencias inferiores a 300 KVA.**

Seccionadores porta fusibles, cuya corriente nominal y característica de función tiempo-corriente estará en función de la potencia del transformador.

La operación deberá ser hecha siempre en vacío.

Es muy utilizado para abrir corrientes de cortocircuito.

- **Para potencias superiores a los 300 KVA.**

Se dispondrán seccionadores de potencias tripolares operados en grupo, serán de apertura lateral, para interrupción en aire.

Los seccionadores tripolares serán para operación bajo carga con fusibles adosados.

- *Seccionadores utilizados en alta tensión*

En comparación con los seccionadores comúnmente utilizados para media tensión, a continuación mostramos algunos tipos existentes en el mercado para la categoría de Alta Tensión.

- Seccionador de cuchilla giratoria
- Seccionador de cuchilla deslizante
- Seccionador de columna deslizante

- Seccionador pantógrafo
- Seccionador de potencia
- Etc.

En el Anexo 05, se pueden apreciar las curvas características de este tipo de elementos.

b.2 PARARRAYOS

Los pararrayos a utilizar en una estación transformadora serán de las siguientes características:

- Tipo: Auto válvula
- Clase: Distribución para 10 KV
- Altura de operación: 3000 msnm

Se debe prever los elementos adecuados para su correcta instalación en crucetas.

En cuanto a la utilización en redes primarias deberán ser especificadas para las siguientes tensiones nominales y tensiones máximas de descarga para una onda de corriente de 8 x 20 microsegundos.

- Voltaje nominal de la red 13.8 KV
- Voltaje máximo de descarga para 5 KA 33 KV
- Voltaje máximo de descarga para 10 KA 36 KV

La NORMA a la cual deben regirse es la ANSI C 62.1

El voltaje nominal del pararrayos se define por: $V_n = K_e * V_{m\acute{a}x}$ (2.1)

Donde:

V_n = Voltaje nominal del pararrayos en KV

$V_{m\acute{a}x}$ = Tensión máxima del sistema entre fases en KV

K_e = Factor de conexión a tierra, este factor depende de la forma en que esta conectado el neutro a tierra,

- Neutro flotante $K_e = 1$
- Neutro a tierra $K_e = 0.8$

Las características de los pararrayos se pueden apreciar en Anexo 06, en la cual se aprecia también su curva de funcionamiento.

❖ *Para el secundario de transformadores se dispondrán entonces de los siguientes elementos de protección:*

b.3 INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

Los Interruptores Termo magnéticos deben regirse a las normas NEMA, UDE, ASTM y cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- **Numero de polos :** 1, 2 ó 3 de acuerdo a necesidades
- **Corriente nominal:** De acuerdo a necesidades
- **Tensión nominal:** 240 V
- **Capacidad de apertura:** De acuerdo a necesidades, mínimo 10A
- **Terminales para conductor:** 1/0 a 250 MCM
- **Montaje en armario**

En el Anexo 07, se pueden apreciar la curva característica de este tipo de elemento.

b.4 FUSIBLES PARA BAJA TENSIÓN

Para la utilización en el secundario del Transformador tipo convencional, los fusibles limitadores para protección contra sobrecargas, deben ser:

- Tipos NH, ó
- Tipo 3NA 1

Basadas en la NORMA VDE.

Nota: Como alternativa se puede utilizar interruptores termo magnéticos.

c. EQUIPOS DE MEDICIÓN

En esta sección podemos distinguir tres clases de aparatos de medición:

c.1 Para medir características eléctricas en el secundario (no indispensable)

- Voltímetros
- Amperímetros

c.2 Para registrar los consumos de energía eléctrica

- Contadores de energía

c.3 Dependiendo de la capacidad de la instalación transformadora

- Transformadores de corriente TC
- Transformadores de potencial TP

Con los cuales podemos verificar las características del sistema, y como esta funcionando el mismo.

c1.1 VOLTÍMETRO

Este instrumento sirve para medir los *niveles de voltaje* con los cuales trabajamos, dándonos cuenta si existe alguna desviación en su nivel normal, que generalmente es de 120V.

c1.2 AMPERÍMETRO

El Amperímetro en cambio muestra el *nivel de corriente* con que trabaja un determinado circuito.

Dependiendo de la lectura nos damos cuenta algunas anomalías, como por ejemplo:

- Calentamiento en conductores, maquinaria, protecciones etc.
- Posibilidad de falla en el futuro
- Conocer el des-balance entre fases

c.2 CONTADOR DE ENERGÍA

Este instrumento es el encargado de registrar el consumo de energía eléctrica (KW – h, KVAR-h, la Demanda), existen de varias clases, los cuales depende del tipo de usuario y la necesidad.

El contador de energía a seleccionar depende de la **Clase de medición** el cual esta en función de la potencia como se puede apreciar en la tabla 02.

CLASE	INS.	MEDIDA	POTENCIA	OBSERVAC.
Directa	B.T.	Monofásico 2 hilos	Hasta 6 KW	
Directa	B.T.	Bifásico ó monofásico 3 hilos	Hasta 20 KW	
Directa	B.T.	Trifásico	Hasta 30 KW	
Indirecta	B.T.	Bifásico ó monofásico 3 hilos	Mayor a 20 KW	
Indirecta	B.T.	Trifásico	Mayor a 30 KW	Con T.C. (*)
Indirecta	M.T.	Trifásico	Mayor o Igual 300 KVA	Con T.C. y T.P.
Directa	B.T.	Electrónico	Hasta 30 KW	
Directa	B.T.	Electrónico	Mayor a 20 KW hasta 40KW	
Indirecta	B.T.	Electrónico	Cualquier potencia	Con T.C.

Tabla 02

Notas: (*)
potencial

T.C. = Transformadores de corriente, T.P. = Transformadores de

A parte de conocer el Tipo de contador de energía, también se observa el sector en el cual será la medición para la cámara de transformación mediante TC y/ó TP.

c.3 TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Tanto los TC como los TP son elementos utilizados para registrar mediante el contador de energía voltajes y corrientes en cámaras de transformación dependiendo de la clase de medición (Directa o indirecta).

Estos dispositivos permiten realizar mediciones en valores bajos los cuales corresponden a niveles de voltaje y corriente muchísimo más elevados, las características de los TC y TP se seleccionan según la necesidad.

- **Transformadores de Tensión**

Los valores normales para la tensión primaria nominal están comprendidos entre los 1000 V y 400 KV, para la tensión secundaria se adoptan los valores de 100 y 110 V.

- **Transformadores de Corriente**

Los valores normales para la intensidad primaria nominal están comprendidos entre los 5 y 5000A. Para la intensidad secundaria nominal se adopta universalmente el valor de 5A.

Los bornes secundarios del transformador deben estar cerrados.

d. SISTEMA DE TIERRA

La puesta a tierra de las partes metálicas de un sistema eléctrico, es una *norma*, muy importante de seguridad y tiene como objetivo fundamental el de precautar la integridad física de los operadores del sistema eléctrico, ante posibles contactos accidentales con partes de la instalación que normalmente están sin potencial como tableros, carcasas de transformadores, etc., que por causa de fallas internas de equipos, arcos eléctricos, deterioro de materiales, etc., puedan quedar con potencial peligroso para el ser humano.

La puesta a tierra, en sí es la unión directa entre la parte metálica de un elemento de una instalación o sistema eléctrico y el suelo, mediante un cable conductor, con el propósito de mantener este objeto metálico al mismo potencial que tierra (nulo).

d.1 PARÁMETROS IMPORTANTES

En un sistema de tierra se deben considerar tres parámetros importantes:

1. La tensión de paso V_p
2. La tensión de contacto V_c y

3. La gradiente de potencial Gp

1. La tensión de paso Vp

Esta se refiere a la tensión durante el funcionamiento en una red de tierras. Puede resultar entre el pie de una persona apoyada en el suelo a la distancia de un metro (un paso) o entre un pie y el otro en forma convencional. El valor de esta tensión es:

$$V_p = 0,16 \frac{\rho I}{L} \quad (2.2)$$

ρ = Resistividad del terreno en ohmios - metro

I = Máxima corriente de falla a tierra

L = Longitud total del conductor de la malla.

2. La tensión de contacto Vc

Es la tensión a la cual se puede ser sometido el cuerpo humano por contacto con una carcasa o estructura metálica que normalmente no está en tensión.

El valor de esta tensión es:

$$V_c = 0,7 \frac{\rho I}{L} \quad (2.3)$$

No existen valores normalizados de estas tensiones (Vc y Vp), como Norma se toma valores tanto para el interior y exterior en 125 V, que es aceptable.

3. La gradiente de potencial Gp

Es la diferencia de potencial entre dos puntos del terreno cuya distancia del dispensor (varilla cooperweld) varia en un metro.

Su valor esta dada por:

$$G_p = \frac{4I\rho}{D^2} \quad (\text{V/m}) \quad (2.4)$$

D = Diagonal del área

d.2 TIPOS DE PUESTA A TIERRA

Existen tres tipos de puesta a tierra:

- Puesta a tierra para protección.
- Puesta a tierra para trabajo
- Puesta a tierra para funcionamiento o servicio.

Los más utilizados para cámaras de transformación son la puesta a tierra para protección y la puesta a tierra para servicio.

La Puesta a tierra para protección:

Sirve como protección ante eventuales contactos personales accidentales, con partes de la instalación que normalmente están sin tensión, que por causa de arcos eléctricos o accidentes puedan quedar con potencial (Por ejemplo: carcasa de transformadoras, tableros de distribución, etc.)

La Puesta a tierra para trabajo:

Sirve para poner a tierra, por necesidad de funcionamiento, determinados puntos del circuito eléctrico (neutro de transformadores, pararrayos, etc.).

d.3 PARTES

1. Circuito de conductores y unión. (Conductores en contacto con maquina a proteger)
2. Electrodo de toma a tierra. (Varilla cooperweld)
3. Tierra propiamente dicha. (Suelo tratado)

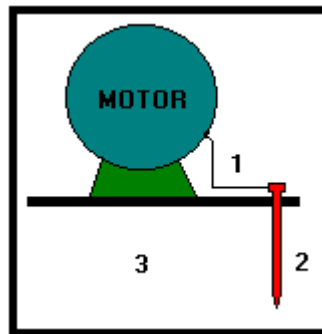


Figura 1. Partes de un sistema a tierra

El circuito de conductores de unión, lo constituyen los cables que unen la parte metálica del sistema eléctrico y el electrodo o dispersor de toma a tierra.

d.4 MATERIALES

Los materiales más empleados como conductores de circuitos a tierra son:

- Cobre
- Aluminio
- Acero

La sección de dichos conductores viene dada por la siguiente expresión:

$$S = \frac{I}{A} \quad (2.5)$$

Donde:

I = Corriente de falla a tierra en amperios.

S = Sección del cable en mm²

A = Densidad de corriente en Amperios / mm²

Según el material, la expresión anterior viene dada por:

$$S = \frac{I}{160} \text{ (Con un mínimo de } 16 \text{ mm}^2\text{) para conductores de cobre.} \quad (2.6)$$

$$S = \frac{I}{100} \text{ (Con un mínimo de } 35 \text{ mm}^2\text{) para conductores de aluminio} \quad (2.7)$$

$$S = \frac{I}{60} \text{ (Con un mínimo de } 50 \text{ mm}^2\text{) para conductores de acero.} \quad (2.8)$$

d.5 CONEXIÓN A TIERRA DE PARARRAYOS

La sección de los conductores no deben ser inferiores a los siguientes valores:

$$S = 24 + 0,4 V \text{ (mm}^2\text{) para conductores de cobre} \quad (2.9)$$

$$S = 40 + 0,6 V \text{ (mm}^2\text{) para conductores de aluminio} \quad (2.10)$$

V = Tensión nominal del pararrayos en KV.

d.6 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Para la determinación de la resistencia eléctrica de los circuitos de tierra es de fundamental importancia la resistividad o resistencia específica del terreno, que se expresa en ohmios x metro y depende de los siguientes factores:

- Constitución o naturaleza del terreno,
- Humedad y
- Temperatura.

En el caso de no conocer la resistividad del terreno en el que se instalará las redes de tierra, para fines de diseño se asumirá un valor de 100 ohmios metro, que corresponde a un terreno de cultivo arcilloso y que es el que se encuentra más comúnmente

d.7 CARACTERÍSTICAS DEL DISPERSOR A TIERRA

El dispersor (varilla cooperweld), está constituido por un cuerpo metálico puesto en contacto directo con la tierra y son los destinados a dispersar las corrientes a tierra.

La resistencia a tierra (R_t), deberá ser el mas bajo posible, *depende* de la resistividad del terreno (ρ) y la forma, tipo de dispersor usado (t = longitud). [$R_t = \rho / t$] (2.11)

Cuando la resistencia deseada no se puede conseguir con una sola varilla de toma de tierra, se clavan varias más.

La Distancia entre las tomas a tierra a de ser, por lo menos igual a la profundidad a la que están clavadas las picas. De lo contrario, la instalación de las tomas de tierra resultaría contraproducente. (el embudo de tensión resultaría peligroso).

La toma de tierra de pica, *es comúnmente usado* para puesta a tierra de pararrayos carcasas de transformadores de estaciones transformadores a la intemperie de tipo distribución, y se usan también en las tomas de malla para tratar de conseguir valores bajos de resistencia a tierra.

d.8 CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA A TIERRA

La longitud total del conductor que formará la malla se calcula a partir de la ecuación:

$$L = \frac{0,7 \rho I}{V_c} \quad (2.12)$$

Donde:

ρ = resistividad del terreno en Ωm (100 Ωm)

I = corriente cortocircuito

V_c = tensión de contacto

Por lo general la longitud total del conductor de tierra se distribuye como una cuadrícula, siendo la longitud de la cuadrícula igual a:

$$l = \frac{2l_1 \cdot l_2}{L - l_1 - l_2} \quad l_1, l_2 = \text{Lados del área} \quad (2.13)$$

Este método es el que se utiliza para las estaciones transformadoras subterráneas, al igual que en subestaciones eléctricas.

Para este tipo de sistema la resistencia a tierra (R_t) esta dada por:

$$R_t = 2 \rho / P \quad (2.14)$$

Donde: P = perímetro de la malla a tierra

d.9 VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA PARA TOMAS A TIERRA

La resistencia global de las conexiones con tierra de la red tiene que ser inferior a 15 ohmios, la resistencia de cada conexión con tierra debe ser inferior a 30 ohmios en terreno normal.

El valor máximo de la resistencia eléctrica de una toma de tierra es el siguiente:

Redes de baja tensión → 15 ohmios.

Redes de alta tensión → 20 ohmios

En la tabla 03, se indica la calidad de la toma de tierra en función de la resistencia de tierra.

Resistencia Eléctrica (Ω)	CALIDAD	
	Redes de Alta Tensión	Redes de Baja Tensión
Menos de 1 Ω	Excelente	Excelente
Entre de 1 y 5 Ω	Muy buena	Buena
Entre de 5 y 10 Ω	Buena	Aceptable
Entre de 10 y 15 Ω	Aceptable	Regular
Entre de 15 y 20 Ω	Regular	Mala
Más de 20 Ω	Mala	Mala

Tabla 03

e. OBRA CIVIL

Según las normas establecidas por la empresa eléctrica, comprende la ejecución de los trabajos que a continuación se resumen:

e.1 Movimientos de tierras

Comprende desbanque, nivelación del terreno, excavación de cimientos y rellenos.

e.2 Cimientos y zócalos

Incluye la construcción de la cimentación y zócalos de las cámaras, de acuerdo con las dimensiones constantes en los planos.

La construcción puede hacerse con mampostería de piedra en cimentación profunda y en el zócalo, o mediante hormigón ciclópeo en muros de sostenimiento o cimentaciones.

e.3 Paredes

Comprende la construcción de la totalidad de las paredes de la cámara de transformación mampostería de ladrillo macizo y mortero de cemento. La mampostería será de relleno y no portante.

e.4 Hormigón armado y simple

Comprende la construcción de todos los elementos de hormigón armado (Columnas, losas, etc.) y demás elementos de hormigón simple como: fundamentos de equipo, canales de cables, rampas de acceso, gradas, pisos interiores, etc.

e.5 Ductos para cables

Incluye la colocación de la tubería para la instalación de los cables subterráneos, constantes en los planos de proyecto.

e.6 Malla de Tierra

Consiste en la colocación de la malla y varillas de puesta a tierra de acuerdo a los diseños indicados en los planos, previéndose las derivaciones necesarias para las conexiones a tierra del neutro del transformador y todas las partes metálicas de los equipos a instalarse.

e.7 Revestimientos

- Masillados de losas
- Enlucido de tumbados
- Enlucido de paredes

e.8 Puertas y cerrajería

Comprende la colocación de la puerta de acceso a la cámara que será de hierro perfilado recubierto con lámina de tol, según el diseño y dimensiones constantes en los planos. La puerta llevará una cerradura de seguridad de doble tambor y picaportes de fijación en una de las hojas.

e.9 Instalaciones Eléctricas

Comprende la instalación de un tablero de distribución, tubería conduit, cajetines de distribución y demás elementos para el sistema de alumbrado, de tomacorrientes constantes en los planos. La tubería en general será interior, empotrada en paredes y losas, los cables serán de cobre con recubrimiento termoplástico.

e.10 Ventana de ventilación

Incluye la colocación de bastidores de hierro perfilado y varillas de protección de ½” de diámetro, anclado en las paredes con elementos del mismo hierro, recubierto de malla metálica, formada por alambre galvanizado N° 16 . La ventana de malla será de las dimensiones que constan en los planos.

e.11 Pinturas

Es la que se aplica en la cámara, en primer lugar limpiando y pulimento de las superficies, el pastado a base de yeso amorfo de las paredes y elementos de hormigón, así el lijado de los elementos de hierro.

La pintura a utilizar será la recomendada por la empresa, Todas las pinturas se aplicarán en 3 capas, con excepción de la pintura anticorrosiva, que se dará una sola.

f. VARIOS

f.1 CONDUCTORES

Las características del conductor aislado para media tensión, esto es 15 KV, son las siguientes:

- Tipo de cable: XLPE apantallado con cinta de cobre
- Temperatura del conductor: 90°C
- Temperatura ambiente: 20°C
- Resistividad térmica del suelo: 90° cm/W
- Factor de carga: 100%
- Factor de potencia: 0.95 y 0.90
- Espesor de aislamiento: 5,451 mm (0.215")
- Nivel de aislamiento: 133% (con neutro a tierra)
- Pantalla de cinta de cobre
- Chaqueta exterior de PVC

Características de conductores para Baja Tensión:

- Tipo de cable: TTU
- Temperatura del conductor: 75°C
- Temperatura ambiente: 20°C
- Resistividad térmica del suelo: 90° cm./W
- Factor de carga: 100%
- Factor de potencia: 0.95 y 0.90

El aislamiento del cable TTU es de doble capa de PVC termoplástico, elaborado y probado de acuerdo a la última versión de ASTM-83-88 IPCEA, más el aislamiento de polietileno natural.

f.2 AISLANTES

El componente más importante del cable es su aislamiento. Este debe cumplir varios requisitos a saber:

- Flexibilidad
- Resistencia mecánica
- Resistencia a altas temperaturas
- Resistencia a la humedad
- Estabilidad
- Larga duración
- Buenas propiedades dieléctricas

La capacidad de transporte de corriente para los cables tipo EXCELENTE esta basada en una temperatura de operación continúa del conductor en 90°C. Durante períodos de sobrecarga puede alcanzar una temperatura máxima de 130°C por un tiempo total que no exceda de 100 horas/año y de 500 horas durante la vida útil del cable, sin que se afecte su duración en servicio.

En condiciones de cortocircuito, el conductor debe alcanzar una temperatura máxima de 250°C, durante un tiempo que no exceda de 100 ciclos.

f.3 TERMINALES

La utilización de terminales en el sistema de distribución subterráneo tiene como objetivo fundamental reducir o controlar esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable al interrumpir y como objetivo secundario, proporciona al cable una distancia de fuga aislada adicional – hermeticidad adecuada.

En el mercado existen varios tipos y clases de terminales, la elección dependerá del proyectista, tomando muy en cuenta la calidad al igual que el nivel de aislamiento necesario.

f.4 TUBERÍA

Para la canalización, se utilizara tubería de PVC reforzado (polivinil de cloruro), de alta calidad a fin de que soporte las altas presiones, tanto superficiales como internas.

Para las uniones de estos tubos se utilizará un adhesivo especial (pega de PVC), que garantice la hermeticidad.

En la tabla 04 se describen las características de la tubería a utilizar:

TIPO	LONGITUD
INEN 1374	3 – 6 m
INEN 1869	3 – 6 m
FLEX	3 – 6 m

Tabla 04: Varios diámetros – varios espesores

f.5 TABLERO GENERAL DE MEDIDORES

El tablero general de medidores TGM, debe ubicarse en un lugar de fácil acceso, para que las lecturas se las puedan realizar con facilidad por el personal pertinente, al igual que el de mantenimiento.

Junto a los medidores y en otra sección del TGM, se colocarán las protecciones de los alimentadores a subtableros con interruptores termo magnéticos, preservándolos de la humedad mediante la instalación de láminas de madera ó plástico en el fondo del tablero, además deberá tener la protección principal de barras.

III.- CAPITULO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL ESPE-L

El sistema eléctrico se lo dividirá en dos partes para su análisis

- a. Sistema de media tensión (centros de transformación) y
- b. Sistema de baja tensión (circuitos internos de consumo)

3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE MEDIA TENSIÓN

Empezaremos en primer lugar describiendo las líneas de distribución de media tensión, las cuales alimentan a los transformadores de la ESPE-L

S/E N°	DENOMIN.	CAPAC. (MVA)	VOLT. (KV)	ALIMENTADOR PRIMARIO	COD. AP.
01	El Calvario	5 3 x 1.72	22/13.8 6.3	Av. Sur Industrial Sur	0101 0105

Tabla 01

3.1.1 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT) ESPE-L; son los siguientes:

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD (KVA)	VOLTAJE (KV / V)	IMPEDANCIA (%)	INSTALACION
CT-1	100	6.3 / 220 - 120	4	Cámara de Transformación
CT-2	75	6.3 / 220 - 120	4.2	Cámara de Transformación
CT-3	200	13.8 / 220- 120	4	Cámara de Transformación
CT-4	75	13.8 / 220- 120	4	Transformador Aéreo

Tabla 02

Ver Mapa 01- Donde se identifica su ubicación y distribución zonal para cada CT.
(Capítulo I)

DESCRIPCIÓN:

- La cámara de transformación de 200 KVA instalada en la ESPE-L pertenece a ELEPCO S.A. la cual no solo presta servicio a nuestra institución, sino también a gran parte de las zonas aledañas, esta ya trabaja a la tensión de 13.8 KV. En cuanto a esta cámara tiene su lugar ya establecido y fijo como lo es en el sector de dormitorios, puerta a las calles Oriente y Hermanas Páez
- La segunda cámara que posee la ESPE-L contiene los transformadores de 100 KVA Y 75 KVA las cuales son alimentadas a 6.3 KV. Esta se sitúa en la parte frontal del ala izquierda de la institución (vista desde el interior de la misma), junto a la calle Márquez de Maenza, posee un acceso a la misma por una puerta antigua de madera actualmente en mal estado.

A esta hay que tomarla muy en cuenta por lo que será reemplazada por un diseño nuevo, la cual contendrá la tecnología y normas actuales.

Esta cámara debe mediante el estudio de identificación de centros de carga y el Rediseño Eléctrico confirmar su ubicación ó encontrar un nuevo lugar el cual brinda una eficiente distribución ó abastecimiento de la energía eléctrica.

- El tercer centro de transformación es el Transformador de 75 KVA en el sector de Producción, situado a la intemperie en plataforma aérea, el alimentador Industrial Sur también es el que alimenta a este transformador.

3.1.2 DIAGRAMA UNIFILAR

La configuración completa de los centros de transformación actuales, se los podrá apreciar en su totalidad en los diagramas generales de barras. Ver Anexos 01

3.1.3 PROTECCIONES ACTUALES

Principalmente nos enfocaremos en la cámara de transformación a 6.3 KV por lo que las protecciones utilizadas en la misma son:
Ver tabla 03

**APARATOS DE PROTECCION EN CÁMARA DE 6.3KV
(100 KVA – 75 KVA)**

	T1 75 KVA	T2 100 KVA
MEDIA TENSION	Fusible 15 K	Fusible 25 K
BAJA TENSION	Int. Termo magnético 250 A	Int. Termo magnético 200 A

	Tipo Q4L	Tipo Q4L
--	----------	----------

Tabla 03

3.1.4 COORDINACIÓN ACTUAL

Nos enfocaremos principalmente en la coordinación de la cámara de transformación a 6.3 KV

Los transformadores de esta cámara, poseen las siguientes Zonas de protección:

PUNTO	TRANSF.	100 KVA	75 KVA
Corriente Nominal	(A)	262,4	196,8
NEC	(A)	1574,4	1180,8
ANSI	(A)	6560	4685,7
Tiempo ANSI	(Sg)	2	2,2
Corriente Inrush	(A)	2099,2	1574,4

Tabla 04

En la tabla N° 03 encontramos las protecciones que actualmente instaladas.

En el Anexo 05-07 del capítulo II, se puede identificar las curvas características de dichas protecciones

Finalmente podremos observar la coordinación actual, observando si se encuentran en sus respectivas zonas de protección, protegiéndolos contra fallas de cortocircuitos y sobrecargas.

Por ejemplo en el Anexo 02 se representan las curvas del fusible de 25 K y el Termo magnético de 200A en coordinación, se observa que están dentro de la zona de protección anteriormente descritas para el transformador de 100 KVA

3.1.5 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

Mediante un analizador de carga se logro registrar los consumos de cada uno de los transformadores descritos, logrando obtener los siguientes datos:

- Voltaje
- Potencia (activa , reactiva y aparente)
- Corriente y
- Factor de potencia

Con lo anterior logramos determinar las características eléctricas, sobre todo nos muestran la distribución de cargas tanto por fase como por transformador, es decir podemos conocer el balance entre fases a más de los consumos promedio.

En el Anexo 03 se pueden observar las curvas que señalan lo hablado anteriormente

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN

A continuación se detallan los sectores a los cuales abastecen actualmente cada uno de los transformadores.

TRANSFORMADOR	ABASTECE A:
T-1 100 KVA	- Secretaría académica, Taller mecánico, Gimnasio, Auto bombas, Lab. Idiomas y Copiadora.
T-2 75 KVA	- Toda el área del Edificio Antiguo (Oficinas administrativas, Biblioteca, Lab. Internet, etc), Bloque de aulas “La Nueva Patria Comienza Aquí”, hasta la Subdirección.
T-3 200 KVA	- Decanatos Idiomas-D. Sistemas, Salón de los Marqueses, Salón de juegos, Auditorio H.C., Dormitorios, Mecánica de Patio, Bloque de aulas “Soldado T. Néstor”, Bloque de gradas-baños, Mantenimiento de PC, MED, y peluquería.
T-4 75 KVA	- Talleres Producción, Policlínico, Comedor, Bodegas, etc

Tabla 05

Ver Mapa 01- Donde se identifica su ubicación y distribución zonal para cada CT.

3.2.1 CARGA INSTALADA

Este ítem se lo describe individualmente, es decir *por Transformador y para las dos entradas individuales (bar. - Labs. Estadio).*

Se detallaran cada una de las características de los aparatos eléctricos instalados, ya sea su potencia activa en kilowatios (KW), potencia aparente (KVA), potencia reactiva (KVAR) y factor de potencia, para el final conocer la carga total instalada en cada transformador, determinando también las características de los tableros y de sus circuitos individuales.

Ver Anexo 04 – Estudios carga instalada – consumos promedio

3.2.2 DIAGRAMAS UNIFILARES

Los *diagramas unifilares individuales* debidos a cada tablero, se los describen a continuación de los diagramas de barras. Estos diagramas en conjunto muestran la configuración actual del sistema eléctrico ESPE-L. Ver Anexo 01.

De los diagramas unifilares se determino que, la distribución de energía eléctrica a los circuitos secundarios se la realiza en forma directa, mediante un esquema radial es decir de barra única, teniendo las siguientes desventajas:

1. Inseguridad eléctrica
2. Bajo rendimiento
3. Imposibilidad de mantenimiento localizado
4. Altas perdidas de energía
5. Desorganización en el cableado
6. Única protección general
7. Provoca desequilibrio entre fases
8. Suministro de Energía inestable (subidas y bajadas)

Identificaremos la carga instalada para cada uno de los Breakers de cada una de las cajas térmicas, con lo que advertiremos lo siguiente:

1. Nivel de protección
2. Estado de cada circuito
3. Alcance de cada circuito
4. Distribución de circuitos

Nota:

1. Los diagramas mencionados se encuentran de igual forma para los circuitos secundarios de los cuatro transformadores más las dos entradas individuales (bar. - Labs. Estadio).

3.2.3 PROTECCIONES ACTUALES

Para el caso del sistema de baja tensión las protecciones corresponden a dicho nivel, por ejemplo Interruptores termomagnéticos, breakers, fusibles, las protecciones de cada circuito se las pueden apreciar en los diagramas unifilares anteriormente analizados.

Notas:

- Para mayor comprensión del sistema eléctrico también se realizo el levantamiento del plano Disposición de Equipo Actual (iluminación y fuerza) de toda la ESPE-L lo que sin duda facilitarán los trabajos. Ver Anexo 06
- En el anterior se puede observar físicamente la posición de los subtableros, para la redistribución de circuitos a plantearse más adelante. Ver Anexo 06
- Con toda esta información recopilada y analizada más los cálculos de caídas de tensión, de conductores, se logrará determinar las *zonas críticas* en las cuales se implementará el rediseño. Ver Capitulo IV

- Todo esto brindará facilidades en la implementación de circuitos y mantener una base de datos siempre actual.

IV.- CAPITULO

REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

Este punto del proyecto es uno de los más importantes, ya que mediante este se logrará distribuir de mejor manera la energía para cada uno de los puntos de consumo de la institución.

Empezaremos por determinar las características eléctricas que existen actualmente en la red de baja tensión (caídas de voltaje, pérdidas de potencia, sobrecargas, tipos de circuitos, etc.), para de esta manera plantear la ó las posibles mejoras para dicho sistema.

4.1 ESTUDIO DEL SISTEMA DE BAJA TENSIÓN

Dicho estudio se lo realizara en toda la red de baja tensión de la institución para confirmar ó cambiar: tipos de conductores, distribución de circuitos, protecciones instaladas actualmente, etc.

Dicho estudio esta basado principalmente en dos partes:

- a. Selección del conductor a usar en cada circuito
- b. Selección de la protección a instalarse para cada circuito

Para el primer ítem lo realizaremos mediante dos métodos, 1.- Criterio por corrientes, 2.- Criterio por Caída de tensión (ΔV), con los cuales con el conocimiento previo del tipo de circuito se CONFIRMARA, CAMBIARA el tipo de conductor ó si tendrá que plantearse un REDISEÑO.

Para el segundo ítem nos basaremos de igual manera en los estudios anteriormente señalados, en la potencia del circuito y si es el caso más un estudio de corrientes de cortocircuito, con lo cual las protecciones se RATIFICARAN ó CAMBIARAN.

4.1.1 EJEMPLO DE CÁLCULOS

a1. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR – Criterio por corrientes

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga:	640 W	Ej. Caso CT01-CI01 / Transformador 100KVA para sectores ABC
Longitud del circuito:	24 m	
Voltaje del circuito:	120 V	
Factor de potencia:	1	

Paso N° 02.- Cálculos

$$I = (I_n + (10\%I_n)) * 1.8 \quad (4.1)$$

I = 11.73A

Donde: I = corriente del criterio, In = corriente nominal

Paso N° 03.- Selección del Conductor

- Mediante la corriente calculada, se selecciona de la tabla de conductores uno que soporte dicha corriente.

Para nuestro caso corresponde a un calibre de **14 AWG**

a2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR – Criterio por ΔV

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga:	640 W
Longitud del circuito:	24 m
Voltaje del circuito:	120 V
Factor de potencia:	1
Tipo de circuito:	Iluminación (Sectores ABC/ver plano físico)
ΔV normalizada c/circuito:	1.5%
Tipo de conductor.	Cu $\rho=1.7*10^{-8} \Omega.m$

Paso N° 02.- Cálculos

$$S = (2 * 0.017 * L * I_n * fp) / \Delta V \quad (4.2)$$

S = 2.68 mm²

Donde:

S = sección transversal del conductor

L = longitud del circuito

fp = factor de potencia

Paso N° 03.- Selección del Conductor

- Mediante la sección calculada, seleccionamos de la tabla de conductores uno que contenga o se aproxime a dicha sección del conductor.

Para nuestro caso corresponde a un calibre de **14 AWG**

a3. CONCLUSIÓN

Por norma general se escoge el conductor de mayor sección transversal.

a4. NOTAS ACERCA DE LOS CALCULOS

- Las ΔV normalizada son:
 - Para Iluminación y tomacorrientes $\Delta V = 1.5 \%$
 - Para acometidas $\Delta V = 1 \%$
 - Para maquinas y equipos $\Delta V = 2.5 \%$
- Para el criterio por corrientes la formula sirve tanto para sistemas monofásicos y trifásicos.
- Para el criterio por caída de tensión las formulas son:

Sistema monofásico

$$(4.2) \quad S = (2 * 0.017 * L * I_n * fp) / \Delta V \quad (\text{mm}^2)$$

Sistema trifásico

$$(4.3) \quad S = (\sqrt{3} * 0.017 * L * I_n * fp) / \Delta V \quad (\text{mm}^2)$$

a5. NOTAS ACERCA DE LAS TABLAS DE SELECCIÓN

- **Hoja 01**: muestra las características de cada uno de los circuitos contenidos en cada uno de los breakers, determinando: Corriente de trabajo, horas de uso aproximadas por mes, perdidas de potencia mensuales, su respectiva caída de tensión comparada con la ΔV recomendada identificando un exceso en la misma.

Simbología:

- a) En la columna “**Tramos**” se sombrea la simbología la cual corresponde a circuitos pertenecientes a una determinada protección, los cuales llevan letras adicionales identificando el tipo de circuito.(T=circuito de tomas, I=circuito de iluminación).

- b) Columna “**I. Trabajo**” se sombrea la corriente calculada la cual sobrepasa la corriente admisible a la del conductor instalado.
 - c) Columna “**ΔV (%)**” corresponde a la caída de tensión calculada para cada circuito, la cual se la sombrea sí sobrepasa de los valores recomendados en la Columna “**ΔV RECOMENDADO**” (la cual especifica la caída de tensión admisible para cada circuito).
 - d) Los circuitos monofásicos se los distingue de los trifásicos con caracteres de color azul.
- **Hoja 02:** seleccionamos los conductores para todos los circuitos descritos, mediante las dos formas antes expuestas, determinando el calibre apropiado para cada circuito en especial, además se realizan los cálculos de pérdidas de potencia y de caída de tensión con el nuevo conductor, notándose la diferencia al comparar los resultados entre las Hojas 01 y 02.

Simbología:

- a) Columna “**Tramos**” igual descripción.
 - b) Columna “**Conductor mínimo a instalarse**” como su nombre lo dice muestra los conductores seleccionados para dichos circuitos.
 - c) Columna “**Conductor seleccionado**” este a más de los conductores seleccionados mediante cálculo toman en cuenta los instalados, analizando el conductor si merece o no el cambio del mismo.
 - d) Columna “**Observaciones**” aquí se registra la acción a tomar mediante los resultados por cálculos.
- **Hoja 03:** se realizan los cálculos de protecciones, sumando las potencias de todos los circuitos que parten de dicha protección si es el caso (ver diagramas unifilares), en dicha hoja también se identifican ciertas notas importantes.

b1. SELECCIÓN DE PROTECCIONES

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga: 850W (640 + 210 W dos circuitos); Ej.: mismo ejemplo
 Voltaje del circuito: 120 V
 Factor de potencia: 1
 Tipo de circuito: Mixto

Paso N° 02.- Cálculos

$$I = (P / V * \cos \theta) * 1.25; \quad I = 9.32$$

(4.4)

Paso N° 03.- Selección protección

- Del mercado seleccionamos la protección más próxima al cálculo, en nuestro caso: **10A**

Los cálculos anteriormente señalados se los podrá apreciar en el Anexo 01, para todos los circuitos de baja tensión existentes en la institución, identificando de esta manera los conductores y protecciones adecuadas.

Nota:

En el capítulo III podremos identificar las cargas a abastecer, diagrama general - diagramas unifilares, la carga instalada y los promedios de consumo de cada una de las cargas.

4.2 REDISEÑO DEL SISTEMA ESPE-L

Para el rediseño del sistema eléctrico se tomara como base a los siguientes conocimientos previos:

- a. Determinación de la demanda por transformador – analizador
- b. Determinación de carga por transformador - levantamiento
- c. Determinación de carga por dependencia - levantamiento
- d. Determinación de consumos por dependencias - estudio
- e. Estudio de conductores - cálculos
- f. Estudio de protecciones - cálculos

Con toda esta información se plantea que la ESPE tenga la siguiente distribución de energía, mediante los centros de transformación existentes.

Ver MAPA ESPE-L 2005

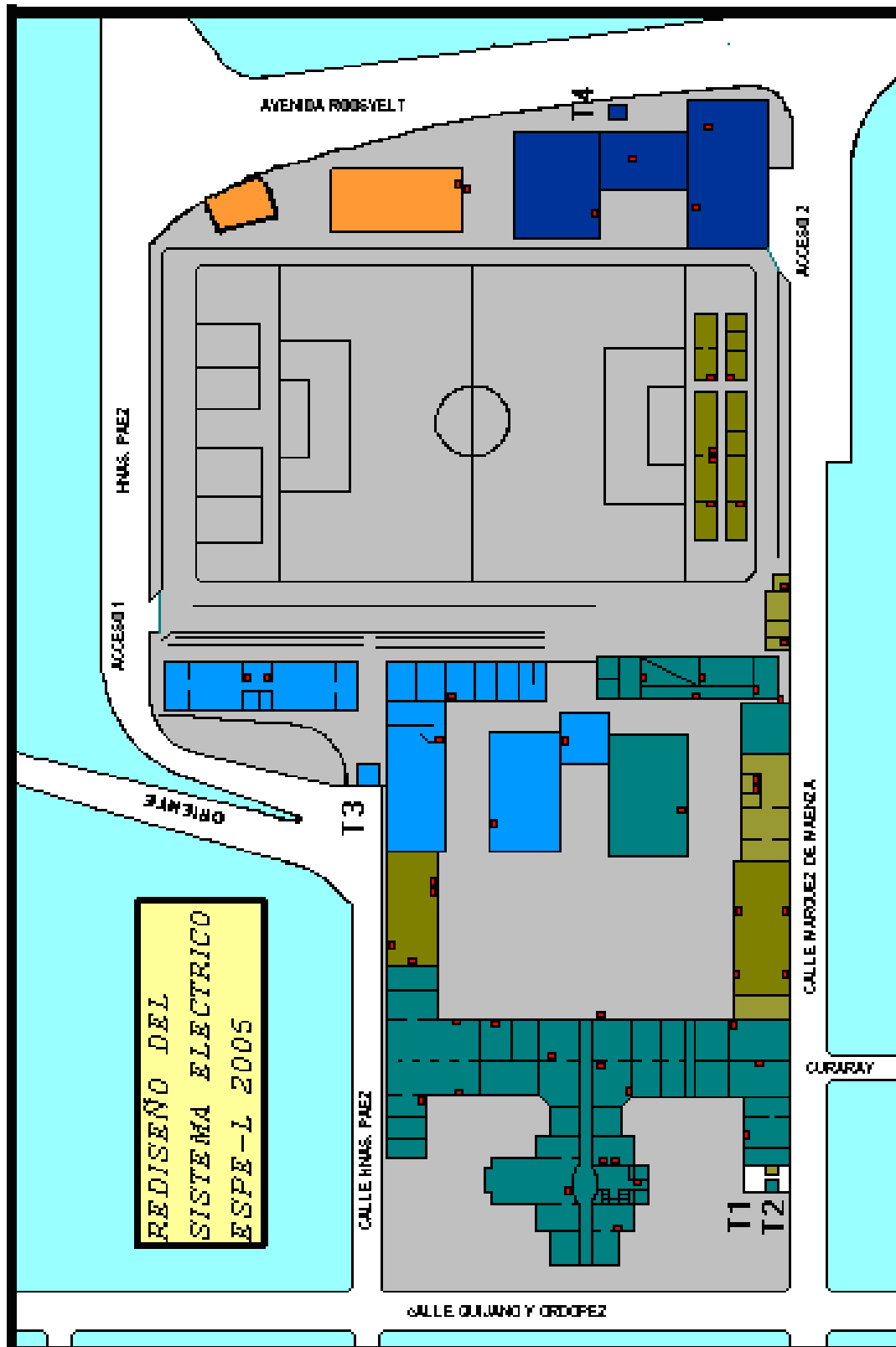
Donde:

Zona verde	:	alimentada por el transformador de 75 KVA
Zona café	:	alimentada por el transformador de 100 KVA
Zona azul	:	alimentada por el transformador de 200 KVA - ELEPCO S.A.
Zona azul oscura	:	alimentada por el transformador de 75 KVA – Producción
Zonas tomate	:	alimentadas por transformador de 200 KVA

Nota:

En el Capítulo I observamos la distribución eléctrica actual

Ver MAPA ESPE-L 2004



Especificaciones:

En la tabla 01 se podrá apreciar detalladamente las zonas las cuales serán alimentadas por los distintos transformadores al servicio:

TRANSFORMADOR	ZONAS A ABASTECER	MOTIVO	OBSERVACIONES
TRANSF. 100 KVA	<ul style="list-style-type: none"> - Lab. Taller mecánico, - Mecánica de patio, - Gimnasio, - Auto bombas y - Labs. estadio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad suficiente - Evitar caídas bruscas de tensión y armónicos 	- No afectan sistemas informáticos ó de oficina
TRANSF. 75 KVA	<ul style="list-style-type: none"> - Todo el edificio antiguo, - Edificio de aulas “La nueva patria comienza aquí”, - Labs. electrónica, copiadora y bodega - Cafetería estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad suficiente 	- La Cafetería estudiantes tendrá un medidor interno
TRANSF. 200 KVA	<ul style="list-style-type: none"> - Edificio de aulas “Soldado T. Néstor”, - El auditorio “Héroes del Cenepa”, - MED, peluquería, sastrería y - Bloque de dormitorios. - Policlínico, comedor y Ex comisariato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por ser un usuario de ELEPCO S.A. - Evitar caídas bruscas de tensión y armónicos 	
TRANSF. 75 KVA PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Producción y exhibición – Ventas.. 	<ul style="list-style-type: none"> - Economía del centro de producción 	

Tabla 01

4.3 REDISEÑO ESPECÍFICO

En los estudios realizados para cada uno de los tableros de distribución con sus respectivos circuitos, *se especifican las acciones a tomar* debido a no cumplir las normas establecidas para cada uno de ellos. Así tenemos que puede simplemente hacerse un cambio de conductor, protección ó el rediseño parcial – total del circuito.

A continuación se enumerara los problemas más complejos que son los de REDISEÑO de circuitos y algunas observaciones importantes.

4.3.1 TRANSFORMADOR DE 100 KVA

CIRCUITO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
SECRETARÍA ACADEMICA		
CT01 – CI02 C	- Carga excesiva (Calefactor y Cafetera)	- Recomendación: No usarlos en el mismo circuito (departamento)
TALLER MECÁNICO		
CT02 – CI01 T	- Carga excesiva	- Dividir en dos circuitos
CT02 – CI02 I	- Alta caída de tensión	- El 1er circuito dividirlo en dos - El 3er circuito debe estar mas cerca
No existe	- Acometida a Soldadoras	- Crear tablero independiente
CT04 – CI01	- Carga excesiva (Acometida Tornos)	- Crear tablero independiente
CT05 – CI02	- Carga excesiva - Protecciones desproporcionadas	- Crear tablero independiente
GIMNASIO		
CT06 – CI01	- Alta caída de voltaje	- Crear tablero independiente
CT06 – CI06	- Acometida inadecuada	- Crear tablero independiente
CT06 – CI09	- Acometida inadecuada	- Crear tablero independiente
CT06 – CI010	- Acometida inadecuada	- Crear tablero independiente
PASILLOS LAB. IDIOMAS		
CT6-2 / T1	- Mala distribución de carga e instalación defectuosa	- Redistribuir carga
CLUB DE CERÁMICA		
CT6-3 / T1	- Demasiados breakers	- Redistribuir carga

Tabla 02

4.3.2 TRANSFORMADOR DE 75 KVA

CIRCUITO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
AUDITORIO PEQUEÑO		

CT01 – CI01	- Circuito mixto	- Separar circuitos Iluminación-Tom.
CAJA – Frente a patio central		
CT03 / T2	- Breakers en mal estado - Mala distribución de carga - Circuito de tomas Facultad Electrónica deficiente	- Cambiar protecciones (ver cálculos) - Redistribuir carga - Completar canales entre tomas.
BIENESTAR POLITECNICO – Corredores		
CT05 – CI01	- Excesiva caída de tensión	- Formar dos circuitos de luminarias
CAJA MADRE 01 – Entre baños		
CT06 – CI04	- Excesiva carga x ser circuito mixto	- Separar circuito de iluminación de tomas con secadores de manos
BIBLIOTECA		
CT6.1 – CI01	- Circuito mixto	- Separar circuitos
DEP. FINANCIERO		
CT7.1 – CI03 T	- Excesiva carga	- Crear dos circuitos de Tomas.
LAB. AUTOTRÓNICA		
Circuitos de Tomas	- Existe carga sin ubicación fija (módulos de práctica), posible excesiva ΔV	- Fijar a sus módulos de práctica a un circuito fijo, No con PC's
LAB. DE CIRCUITOS		
CT11 / T2	- Caja en condiciones muy insegura	- Crear un tablero de distribución en condiciones más seguras

Tabla 03

4.3.3 TRANSFORMADOR DE 200 KVA

CIRCUITO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
APOYO SALÓN DE LOS MARQUESES		
CT02 – CI04 T	- Caída excesiva de voltaje	- Individualizar circuitos con secadoras de mano
CT02 – CI05	- Caída excesiva de voltaje	- Crear dos circuitos de Iluminación
MECANICA DE PATIO		
CT06 – CI02	- Circuito mixto, excesiva ΔV - Maquinas sin punto determinado (fijo) de alimentación.	- Separar circuitos Ilumin. y Tomas - Determinar punto fijo de alimentación para maquinaria - Caja en mal estado con breakers innecesarios
CT08 – CI01	- Breakers monofásicos como trifásicos	- Instalar protección adecuada Ver cálculos
AUDITORIO “H. C.”		
CT09 – CI02	-Circuito mixto, excesiva ΔV	- Independizar circuitos
EDIFICIO DE GRADAS		
CT14 – CI04 T	- Excesiva carga , con secadores de manos	- formar circuitos independientes entre pisos
LAB. MULTIMEDIA		
CT18 – CI05 T	- Carga excesiva, alta ΔV	- Crear dos circuitos de tomas indiv.

Tabla 04

4.3.4 TRANSFORMADOR DE 75 KVA -PRODUCCIÓN

CIRCUITO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
COMEDOR		
CT02 – CI05 I-T	- Instalación inadecuada	- Derivar a una caja cercana
CT02 – CI06	- Circuito de tomas Salón, con secadores de mano	- Separar circuito de tomas Salón, de los secadores de mano
CT02 – CI07	- Carga excesiva	- Formar dos circuitos de tomas
Ex COMISARIATO		
CT03 / T4	- Caja en mala posición	- Readecuar su posición
CT04 / T4	- Caja sin carga definida	- Rediseñar sistema de Tomas. e Iluminación del ex comisariato
CARPINTERÍA		
B3 / T4 Int T. 03	- Cálculo de Acometida de un diámetro muy elevado	- Subdividir la carga a una segunda caja de distribución
CT05 – CI09	- Iluminación Producto terminado, excesiva ΔV	- Delegar el circuito a una caja más cercana
CT05 – CI10	- Circuito con dos duchas, calculo de conductor muy elevado	- Delegar el circuito a una caja más cercana
CARPINTERÍA MAQUINARIA		
B3 / T4 Int T. 03	- Cálculo de Acometida de un diámetro muy elevado	- Redistribuir la carga a dos Breakers principales (dos acometidas)
EXHIBICIÓN Y VENTAS		
CT07 – CI01,02,03,05,08,12	- Breakers sin carga - Flojos, chispeantes, sin tapa	- Dirigirlos a tomar carga que beneficie a liberar carga de carpintería (CT05 / T4)
TALLER DE METALMECANICA		
B4 / T4 Int T. 04	- Acometida calculada con un calibre demasiado grueso	- Distribuir la carga a dos cajas independientes (crear una nueva)
CT08 – CI09	- Circuitos de tomas monofásicos para cargas de 2000 W	- Deben ser cortos con un calibre mínimo de 10 AWG
CT08 – CI10	- Circuito de Producto terminado	- Delegar a otro tablero mas cercano, - Crear circuitos de tomas de 220 V que escasean en el Taller de Metalmecánica

Tabla 05

4.3.5 SISTEMA ELECTRICO BAR-CAFETERÍA

CIRCUITO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
CT BAR – CI01	- Carga excesiva, conductor	- Crear dos circuitos de tomas

	calculado demasiado grueso	independientes
CT BAR – CI02	- Carga excesiva, conductor calculado demasiado grueso	- Crear dos circuitos de tomas independientes

Tabla 06

Gracias a las observaciones, definiciones, problemas y soluciones identificadas en las seis últimas tablas dieron forma al rediseño ó *Nuevo Diseño* para el sistema eléctrico ESPE-L, el cual se lo observa en los planos del Anexo 02 (Diagramas de barras y unifilares más representativos), acompañado de los diagramas de Disposición de Equipo para una mayor comprensión.

De igual forma se realizaron los estudios de conductores y protecciones para el nuevo sistema conformando completamente el estudio de circuitos de bajo tensión. Ver Anexo 03 (Cálculos correspondientes a los diagramas rediseñados y expresados anteriormente).

4.4 JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO SISTEMA ELECTRICO

Los sistemas eléctricos actuales, modernos de primera línea se caracterizan por:

- a. Poseer un tablero principal
- b. Distribución sectorizada - Ordenada
- c. Cumplimiento de normas vigentes
- d. Mantenimiento planificado

El Rediseño planteado para los sistemas de baja tensión de los cuatro transformadores contienen los aspectos anteriormente enumerados los cuales ampliamos a continuación:

- a. **Tablero principal** Cada transformador poseerá un tablero principal ó de mando los cuales contendrán los contadores de energía electrónicos, la protección principal y las de mando secundario. Mediante el tablero se logra sectorizar el mantenimiento, evitar desequilibrios en la red, caídas de tensión entre otras.
- b. **Distribución sectorizada – ordenada** La distribución se la realizara a través de los interruptores secundarios de mando, por tuberías individuales hacia las zonas de carga previamente seleccionadas. Las zonas seleccionadas corresponden a la geografía de consumidores, conformando bloques de cargas representativas.
- c. **Cumplimiento de normas** En el capítulo dos encontramos las normas más importantes las cuales se las tomará muy en cuenta en la *implementación* del nuevo diseño.
- d. **Mantenimiento planificado** Gracias al presente proyecto se cuenta actualmente con toda la información del sistema eléctrico, con lo cual el departamento de mantenimiento podrá realizar una planificación ordenada, permanente, evitando caer en el desorden, en la producción de accidentes, fallas eléctricas y desequilibrio del mismo, dando de esta manera al departamento de mantenimiento un papel protagónico e importante dentro de la institución.

4.5 AJUSTE ESTRE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y EL SISTEMA ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN

Mediante el rediseño se logro determinar algunos aspectos que “afectan” la infraestructura de la cámara de transformación, el ajuste del que hablamos esta dado por los siguientes elementos:

1. Número de interruptores para circuitos secundarios – tomar en cuenta para la compra de tableros principales ó mando.
2. Dimensiones de los canales y/ó canaletas necesarias para la organización y transporte de los conductores para dichos circuitos secundarios.

En nuestro caso dichos elementos fueron tomados en cuenta para el diseño de la cámara de transformación, la cual cuenta con:

- a) Lugares ya establecidos para dos tableros generales de distribución independientes, los cuales serán diseñados para contener por lo menos diez breakers principales para proteger a los circuitos secundarios.
- b) De igual manera la cámara tiene los respectivos canales para transporte y organización del cableado.
- c) En el caso del transporte de los conductores a los diferentes circuitos secundarios, estos se trasladarán mediante tuberías ó canaletas *individuales* dando de esta manera orden y seguridad.

Por lo estudiado y planteado en el nuevo sistema serán necesarios los siguientes materiales:

Tablero Transform.	# Interrup. Principales	# Tuberías Principales	Distancia Tuberías (m)	Calibre Conductores (AWG)	Diámetro Tuberías (mm)
T1	06	06	20	6	22
			40	2/0	55
			70	2/0	55
			100	2/0	55
			150	1/0	48
			200	2/0	55
			20	2	40
			72	6	22
			48	4	31

T2	08	08	60	4	31
			110	2	40
			110	2	40
			115	2	40
			130	2	40
T3	05	05	72	4	31
			30	6	22
			40	6	22
			80	6	22
			240	4/0	70
T4	05	07	55	4/0	70
			30	6	22
			30	10	14
			30	4	31
			35	6	22
			34	8	17
			71	6	22

Tabla 07

Nota:

- La capacidad de los Breakers principales se los observa en Anexo 02 – “Rediseño del sistema interno”.
- El diámetro de la tubería seleccionada es suficiente para conducir tres fases más un neutro.

4.6 ESTUDIO ECONÓMICO

A continuación se describe el costo aproximado de los materiales y elementos eléctricos descritos en la tabla 07, es decir a lo referente al Rediseño del presente proyecto.

<p>ESPE-L PRESUPUESTO REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICICO</p>

MATERIALES Y EQUIPOS ELECTRICOS	CARÁCTER.	COSTO UNITARIO (\$)	CANTIDAD NECESARIA	COSTO P1(\$)
Conductores (AWG - metros)	10	-	120	0
	8		136	0
	6		1512	0
	4		840	0
	2		1940	0
	1/0		600	0
	2/0		1640	0
	4/0		1180	0
Interruptores Principales (A) "Trifásicos"	30		1	0
	40		1	0
	50		4	0
	60		5	0
	70		4	0
	80		2	0
	90		3	0
	150		1	0
	160		2	0
200		1	0	
Interruptores Sub. tableros (A) "Trifásicos"	15		10	0
	20		11	0
	30		1	0
	40		1	0
	50		1	0
	60		3	0
	70		1	0
	100		2	0
Interruptores Sub. tableros (A) "Monofásicos"	10		1	0
	20		4	0
	50		2	0
	60		1	0
	70		1	0
	80		1	0
	90		1	0
	170		1	0
Tubería PVC	3/4		30	0
	3/4		34	0
	1		378	0
	1 1/4		210	0
	2		485	0

(Pulgadas- diámetro)	2		150	0			
(Longitud - metros)	2 1/2		410	0			
	3		295	0			
COSTO PARCIAL : \$ 0 IVA: \$ 0							
<table border="1"> <tr> <td>VALOR FINAL:</td> <td>\$</td> <td>0</td> </tr> </table>					VALOR FINAL:	\$	0
VALOR FINAL:	\$	0					

V.- CAPITULO

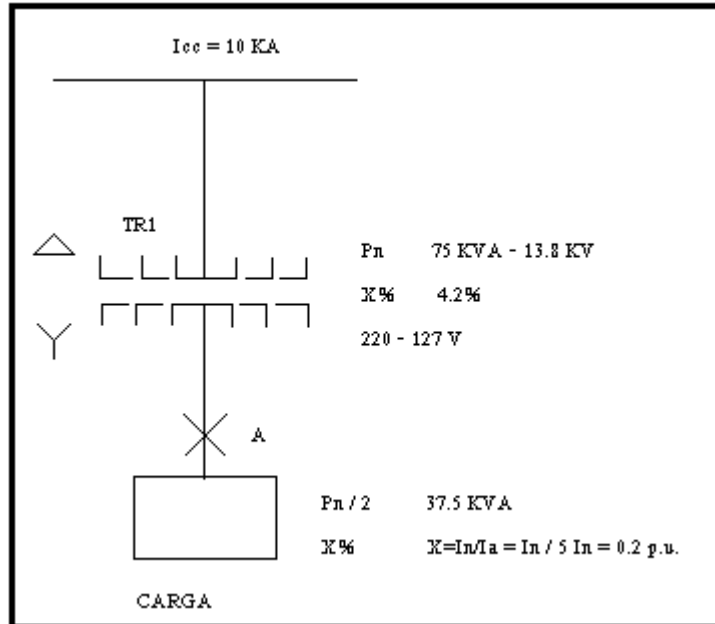
DISEÑO DE LA CAMARA DE TRANSFORMACIÓN PARA LA TENSIÓN DE 13.8 KV.

5.1 CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS

Estos cálculos son necesarios realizar para un correcto cálculo y posterior selección de elementos de protección que necesitará la cámara de transformación, tanto al nivel primario como secundario de los transformadores.

Dicho cálculo se lo hará mediante el método MVA, el cual a parte de ser muy sencillo de realizar brinda valores aproximados a los reales con los cuales seleccionaremos los elementos de protección de una manera segura.

A continuación se desarrolla los cálculos para el caso del transformador de 75 KVA, que servirá de modelo para el resto de transformadores:



Donde:

- I_{cc} es asumido por el valor del seccionador-fusible normalizado para 13.8 KV
- $P_n / 2$, se supone por método de cálculo máxima potencia de la carga (motores conectados) abarca el 50 % de la potencia nominal del transformador.
- $X\%$ de la carga, se la calcula por concepto de que la corriente de arranque $I_a = 5I_n$.

$$(5.1) \quad \Rightarrow \quad P_{cc} = \sqrt{3} * I_{cc} * V$$

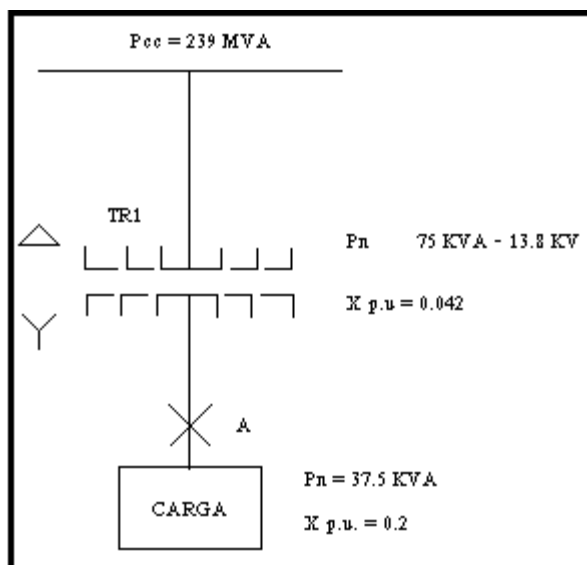
$$P_{cc} = \sqrt{3} * 10 \text{ KA} * 13.8 \text{ KV} \quad P_{cc} = 239 \text{ MVA}$$

- a. $X \text{ p.u.} = ?$
- b. $X \text{ p.u.} = ?$

$$(5.2) \quad X \text{ p.u.} = X\% / 100 \quad X \text{ p.u.} = 20\% / 100$$

$$X \text{ p.u.} = 4.2 / 100 \quad X \text{ p.u.} = 0.2$$

$$X \text{ p.u.} = 0.042$$



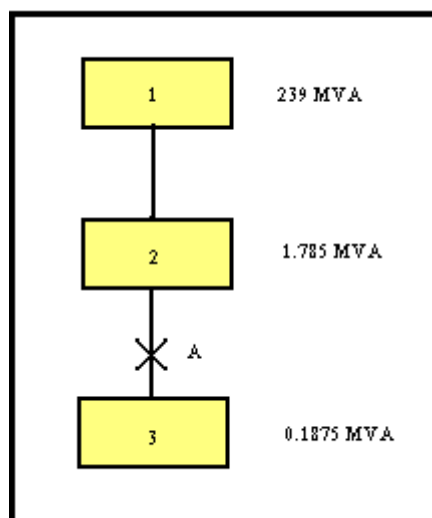
$$\Rightarrow P_{cc} = P_n / X \text{ p.u.} \quad (5.3)$$

$$P_{cc \ 2} = 75 \text{ KVA} / 0.042$$

$$P_{cc \ 3} = 37.5 \text{ KVA} / 0.2$$

$$P_{cc \ 2} = 1785 \text{ KVA} = 1.785 \text{ MVA}$$

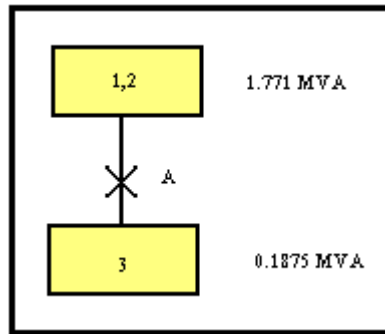
$$P_{cc \ 3} = 187.5 \text{ KVA} = 0.1875 \text{ MVA}$$



$$\Rightarrow P_{cc1,2} = (P_{cc \ 1} * P_{cc \ 2}) / (P_{cc \ 1} + P_{cc \ 2}) \quad (5.4)$$

$$P_{cc1,2} = (239 * 1.785) / (239 + 1.785)$$

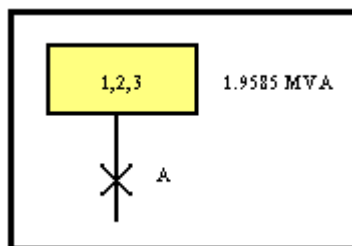
$$P_{cc1,2} = 1.771 \text{ MVA}$$



$$\Rightarrow \quad P_{cc1,2,3} = P_{cc1,2} + P_{cc3} \quad (5.5)$$

$$P_{cc1,2,3} = 1.771 + 0.1875$$

$$P_{cc1,2,3} = 1.9585 \text{ MVA}$$



$$P_{cct} = 1.9585 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow \quad I_{cc} = P_{cc} / \sqrt{3} * V \quad (5.6)$$

$$I_{cc} = 1.9585 \text{ MVA} / \sqrt{3} * 220 \text{ V}$$

$$I_{cc} = 5139 \text{ A}$$

➤ I_{cca} = corriente de cortocircuito asimétrica

a. Para transformadores de hasta 1600 KVA, se admite $I_{cca} \leq 75 \sqrt{2} * I_n$

b. Esta es necesaria para la selección: el aislamiento de los conductores y la capacidad de interrupción de fusibles e interruptores.

$$(5.7) \quad I_{cca} = K * I_{cc}$$

Donde:

$$K = 1.73$$

Este valor lo podemos determinar conociendo la relación X / R ó $R + jX$ (impedancia de la fuente carga), tanto en la curva como también en la tabla tabulada del factor K .

Ver Anexo 01 “Factor K”

Para nuestro caso $X / R = X / 0 \approx \infty$, verificando en la tabla ó curva $K = 1.73$

$$\Rightarrow I_{cca} = 1.73 * 5139$$

$$I_{cca} = 8890A$$

Conclusiones:

- c. La capacidad de corte ó de interrupción del aparato de corte debe ser de este valor ó rango.
- d. El aislamiento de los conductores para baja tensión debe soportar esta corriente.

Para el caso del transformador de 100 KVA tenemos:

Pcc = 2.724 MVA	Icc = 7148A	Icca = 12366A
------------------------	--------------------	----------------------

5.2 SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

Los elementos con sus respectivas características técnicas que intervienen en una cámara de transformación están detallados en capítulo II de teoría, con lo cual procedemos a la selección de materiales y equipos a continuación.

5.2.1 SELECCIÓN DE TRANSFORMADORES

Con ayuda del estudio realizado en el capítulo tres del presente proyecto logramos determinar la carga instalada ó demanda a la cual esta sujeto cada transformador.

Como resultado de dicho estudio resultaron los siguientes datos:

Ver tabla N° 01

TRANSFORMADORES ACTUALES	CARGA INSTALADA	CONSUMO PROMEDIO
T1 – 100 KVA	161.60 KW – 179.55 KVA	23240 W – 25.822 KVA
T2 – 75 KVA	89.57 KW – 99.52 KVA	30847 W – 34.274 KVA
T3 – 200 KVA	98.79 KW – 109.76 KVA	30892 W – 34.324 KVA
T4 – 75 KVA (PRODUC)	140.48 KW – 156.08 KVA	8238 W – 9.153 KVA
Bar - medidor	5.73 KW – 6.36 KVA	
Lab. Estadio	14.94 KW – 16.61 KVA	

Tabla N° 01

Como se puede apreciar la carga instalada sobrepasa la capacidad de los Transformadores, por otro lado el consumo promedio de cada uno de estos, están por debajo de sus capacidades nominales.

Esto significa que como el nivel de consumo es bajo en comparación con la capacidad de los transformadores, se tiene una reserva *suficiente* de potencia para satisfacer un incremento en la carga futura, por lo que se determino que los transformadores a instalarse serán de las mismas capacidades pero para la tensión 13.8 KV.

La cámara de Transformación estará compuesta entonces por dos transformadores con capacidades de 100 y 75 KVA, con las siguientes características técnicas: Tabla N° 02

TRANSF.	T1	T2
CARACTERÍSTICAS		
CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	100 KVA	75 KVA
VOLTAJE PRIMARIO (KV)	13.8	13.8
VOLTAJE SECUNDARIO (V)	220 / 127	220 / 127
CONEXIÓN	Δ / Y	Δ / Y
NUMERO DE FASES	TRES	TRES
FRECUENCIA (HZ)	60	60
TIPO DE TRANSFORMADOR	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
IMPEDANCIA (%)	4 %	4 %
ALTURA DE OPERACIÓN	2800msnm	2800msnm

5.2.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO

Como ya se determino anteriormente, los aparatos utilizados en este tipo de instalaciones son los siguientes:

Para el lado de Media Tensión: Seccionadores - fusibles

Para el lado de Baja Tensión: Fusibles de alto poder de ruptura ò Interruptores termomagnéticos.

Los seccionadores – fusibles se los empleará para la protección individual de los transformadores con un juego de tres unidades, las características de estos dependerán de la capacidad de cada transformador.

En el caso de la protección para el secundario del transformador se utilizarán Interruptores termo-magnéticos, ya que poseen una protección eficiente, apertura total del sistema evitando desequilibrio entre fases y otras características ya descritas.

A continuación se realiza una muestra del cálculo para la determinación de la capacidad de los elementos de protección a instalarse:

Transformador de 100 KVA

a) **Protecciones para Media Tensión** necesitamos proteger al transformador contra sobrecargas y cortocircuitos.

Seccionador - Fusible (15 KV – 100A)

Para la tensión de 13.8 Kv estos elementos serán de las siguientes características:

- Tipo K
- $I_n = ?$ A (calculado – seleccionado)
- $V_n = 15$ KV

Cálculos:

In elemento fusible: I_n ?

$$\left[\begin{array}{l} I_n \\ (5.8) \end{array} + \text{sobrecarga } 20 \% \right]$$

$$\Rightarrow (100 \text{ KVA} / \sqrt{3} * 13.8 \text{ KV}) + 0.2 (100 \text{ KVA} / \sqrt{3} * 13.8 \text{ KV})$$

$$\Rightarrow 5.02\text{A}$$

Normalizando el elemento fusible será el de 6A.

b) **Protecciones para Baja Tensión** Necesitamos proteger de igual manera al transformador y a demás los cables conductores contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para esta sección se obtuvo una corriente de cortocircuito asimétrica de $I_{cca} = 12366A$

Nota: Ver cálculos de corrientes de cortocircuito

Interruptor Termo-magnético

Este elemento es el elegido para la protección en el secundario de los transformadores, el cual debe tener las siguientes características:

1. N° de polos = Tres
2. $V_n = 240 V$
3. Tipo = Q4L
4. $I_n = ?$ (calculado - seleccionado)

Cálculos:

In Interruptor Termo-magnético: I_n ?

[I_n + sobrecarga 20 %]

$$\Rightarrow (100 \text{ KVA} / \sqrt{3} * 220V) + 0.2 (100 \text{ KVA} / \sqrt{3} * 220V)$$

$$\Rightarrow 315A$$

Normalizando el Interruptor termo-magnético será el de 300A.

En la siguiente tabla se puede apreciar las protecciones calculadas y seleccionadas para los transformadores de la cámara de transformación.

TRANSFORMADOR		T1 – 100 KVA		T2 – 75 KVA	
CARACTERISTICAS					
VOLTAJES (V)		13800	220	13800	220
I_{cca} (A)		10.000	12366	10.000	8890
I_n + (02) I_n (A)		5.02	315	3.76	236
Elemento de protección		Fusible	Int. Termo-magnético	Fusible	Int. Termo-magnético
Características elementos de protección	I_n (A)	6	300	4	250
	V_n	15 Kv	240 V	15 Kv	240 V
	Cap. Interrupción	10.000	15.000	10.000	10.000
	Tipo	K	Q4L +	K	Q4L +

Tabla N° 03

Es necesario comprobar que entre los elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos exista *coordinación* y que sus curvas características se encuentren dentro de la Zona de Protección del transformador al cual van a proteger.

En la tabla N° 04 se muestran los puntos correspondientes a las Zonas de Protección para los transformadores a instalarse, los cuales nos servirán para coordinar las protecciones seleccionadas anteriormente, verificando de esta manera la correcta selección de los mismos.

TRANSFORMADOR	T1 – 100 KVA	T1 –75 KVA
PUNTO		
Corriente nominal (A)	262	196.8
NEC (A)	1574.5	1180.8
ANSI (A)	6560.7	4685
Tiempo ANSI (seg.)	2	2.2
Corriente inrush (A)	2099	1574

Tabla N° 04

El Anexo 02-figuras 01 muestra la curva característica de las protecciones *calculadas* para el transformador de 100 KVA, las cuales *no* muestran una favorable coordinación entre ellas tanto para cortocircuitos como para sobrecargas.

Para obtener una coordinación satisfactoria, es necesario aumentar ó disminuir los valores nominales de uno u otro elemento de protección. Sí se empleara un interruptor termo-magnético inferior al calculado, al transformador no se le permitiría trabajar a su capacidad máxima, para evitar esto lo que se hace y recomienda es el uso de Fusibles de media tensión de valores superiores a los calculados, con lo cual se logra una coordinación aceptable contra cortocircuitos y sobrecargas.

En la tabla 05 se muestran los elementos de protección seleccionados definitivamente los cuales se coordinan favorablemente entre sí, tal como se lo puede observar en el Anexo 02-figura 02 para el ejemplo anterior.

TRANSF.	T1 - 100 KVA	T1 - 75 KVA	CANTIDAD
NIVEL TENSIÓN			
MEDIA	Fusible 12 K	Fusible 10 K	Seccionador - fusible 3 unidades para c / Transformador
BAJA	Int. Termo- magnético 300A	Int. Termo- magnético 250A	Una sola unidad para el secundario de cada Transformador

Tabla N° 05

5.2.3 SELECCIÓN DE PARARRAYOS

Los Pararrayos que protegerán a los transformadores de la cámara deben cumplir con las siguientes características:

Tipo: Auto-valvular

Voltaje = $V_n + 3\%$

Factor K (depende de si el neutro es flotante o no)

La selección realizada dio los siguientes resultados:

TIPO	Auto-valvular
VOLTAJE NOMINAL (KV)	10 KV
CANTIDAD	3 unidades

Tabla N° 06

Nota: El voltaje nominal del pararrayos (V_n : 10 KV) es normalmente usado en la actualidad para la tensión de servicio a 13.8 KV.

5.2.4 ELECCIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

Para la selección de los equipos de medida primero debemos conocer el tipo de medición que corresponde a una estación transformadora de 175 KVA a instalarse, mediante la Tabla N° 02-Capítulo II nos daremos cuenta que la clase de medición será en forma indirecta, mediante contadores electrónicos, lo cual indica que debemos también seleccionar los transformadores de corriente adecuados.

En la tabla 07 se muestran entonces los equipos de medida estrictamente necesarios a instalarse en la nueva cámara de transformación:

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Contador de Energía	<ul style="list-style-type: none">• Electrónico• Trifásico• Apto para cargas desequilibradas	<ul style="list-style-type: none">• Una unidad para c / Transformador
Transformadores de Corriente (TC)	<ul style="list-style-type: none">• Precisión 05	<ul style="list-style-type: none">• Tres unidades para c / medidor electrónico

Tabla N° 07

Notas:

- g. La clase de precisión de los transformadores de corriente corresponden a 0.5 aplicada a sistemas industriales.
- h. El contador de energía será apto para cargas desequilibradas.

- i. Los aparatos de medida se los selecciona dependiendo de los valores nominales de cada transformador, tomando en cuenta sobrecargas permisibles, valores nominales de los elementos de protección y características de cada uno de cada uno de los circuitos.
- j. La clase de precisión de los aparatos de medida puede estar entre 1 a 5 para sistemas industriales.

Para la identificación de todos los parámetros rápidamente, se ha pensado en la instalación de Voltímetros y Amperímetros, con lo que lograríamos un tablero de control de alto nivel, lo que ayudará a establecer con facilidad y rapidez el estado del sistema eléctrico.

La Tabla 08 siguiente describe los instrumentos necesarios.

INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	INSTALACIÓN EN	CANTIDAD
Voltímetros	<ul style="list-style-type: none"> • C. A. • 0 – 240 V 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre fase 1 y neutro • Entre fase 2 y fase 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Dos unidades por c / Transformador
Amperímetros	<ul style="list-style-type: none"> • C. A. • 0 – 350 A T1 • 0 – 250 A T2 	<ul style="list-style-type: none"> • En cada fase • En el neutro 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuatro unidades por transformador

5.2.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En primer lugar mediante las formulas anotadas en el apartado *d.4 en capítulo II*, realizaremos los cálculos para determinar la sección de los conductores a tierra, para cada transformador:

Para el Transformador 100 KVA

$$S = \frac{I}{160} \quad (2.5)$$

$$S = 7148 / 160$$

$S = 44.67\text{mm}^{\spadesuit}$ el cual corresponde al conductor N° 1 AWG (42.4mm \spadesuit)

Para el Transformador 75 KVA

$$S = I / 160$$

$$S = 5139 / 160$$

$S = 32.11\text{mm}^{\spadesuit}$ el cual corresponde al conductor N° 2 AWG (33.6mm \spadesuit)

Notas: I corresponde a la corriente eficaz ó simétrica de cortocircuito (Icc.) calculada mediante el método MVA. Ver cálculos de corrientes de cortocircuito

Para los Pararrayos

Con las formulas anotadas en apartado *d.5 en capitulo II*, determinamos el calibre del conductor

$$S = 24 + 0.4 \sqrt{V} \quad (\text{mm}^2) \quad (2.9)$$

$$S = 24 + 0.4 (10 \text{ KV})$$

$$S = 28\text{mm}^2 \quad \text{el cual corresponde al conductor N}^\circ 2 \text{ AWG (33.6mm}^2)$$

Entonces la sección de los conductores a tierra de los Pararrayos, para todos los circuitos deben ser mediante:

MATERIAL	Cobre desnudo
CALIBRE	Nº 2 AWG
SECCIÓN	33.6mm ²

Tabla Nº 09

Para determinar cual sistema de tierra será el más adecuado refiriéndonos al sistema malla ó mediante varillas dispersoras, tomaremos en cuenta lo anotado en los literales *d.* en el capitulo II y las observaciones que a continuación se anotan:

- Para instalaciones pequeñas de hasta 250 KVA con tensiones de servicio de hasta 15 KV, la tierra puede conectarse por el Neutro del secundario de la instalación y otra tierra independiente para los restantes elementos.
- Con lo anterior se determina que se pueden conectar a un solo sistema de tierra, los pararrayos y carcasas de equipos
- Se asumirá la resistividad del terreno en: $\rho = 100\Omega m$.
- Se tomará que el voltaje de contacto y el de paso no deben exceder de 120 V.
- El área disponible para la cámara de transformación es de 3 x 6m.

a. MEDIANTE MALLADO

1. Para calcular la longitud del conductor a Malla, estos se referirán a la corriente de cortocircuito del transformador N° 1 de 100 KVA, por poseer el valor más alto.

$$L = \frac{0,7 \rho I}{V_c}$$

$$(2.12)$$

$$L = 0.7 * 100 \Omega\text{m} * 7148\text{A} / 120 \text{ V}$$

$$L = 4169\text{m}$$

2. La longitud de las cuadrillas que formarán la malla es:

$$l = \frac{2l_1 \cdot l_2}{L - l_1 - l_2}$$

(2.13)

$$l = 2 * 3\text{m} * 6\text{m} / 4169\text{m} - 3\text{m} - 6\text{m}$$

$$l = 0.0086 \text{ m}$$

$$l = 0.86 \text{ cm}$$

3. Resistencia a Tierra:

$$R_t = 2 * \rho / P \quad (2.14)$$

$$R_t = 2 * 100 \Omega\text{m} / 18\text{m}$$

$$R_t = 11.1 \Omega$$

4. Voltajes a Tierra ($V_c - V_p$) y Gradiente de potencial:

$$V_t = R_t * I$$

$$V_t = 11.1 \Omega * 7148\text{A}$$

$$V_t = 79342 \text{ V}$$

$$G_p = \frac{4If}{D^2}$$

(2.4)

$$G_p = 4 * 100 \Omega\text{m} * 7148\text{A} / 45\text{m}^2$$

$$G_p = 63537 \text{ V/m}$$

b. MEDIANTE VARILLAS

1. Según las normas establecidas para este tipo de instalaciones la recomendación es la instalación de cuatro varillas cooperweld de las siguientes características:

MATERIAL	Cobre
DIAMETRO	1.6 cm
LONGITUD	180 cm

Tabla N° 10

2. R_t para una y cuatro varillas cooperweld:

$$(2.11) \quad R_t = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$R_t = 100 \, \Omega\text{m} / 1.8\text{m}$$

$$R_t = 55.5 \, \Omega \quad - \text{ Este valor corresponde a una sola varilla}$$

⇒ La R_t para las cuatro varillas es la siguiente:

$$R_t = 1 / ((1/55) + (1/55) + (1/55) + (1/55))$$

$$R_t = 13.75 \, \Omega$$

3. Por lo que tenemos el siguiente voltaje a tierra (V_t) y la gradiente de potencial (G_p):

$$V_t = R_t \cdot I$$

$$V_t = 13.75 \, \Omega \cdot 7148 \, \text{A}$$

$$V_t = 98285 \, \text{V}$$

$$(2.4) \quad G_p = 4 \cdot \rho \cdot I / D \spadesuit$$

$$G_p = 4 \cdot 100 \, \Omega\text{m} \cdot 7148\text{A} / 45\text{m} \spadesuit$$

$$G_p = 63537 \, \text{V/m}$$

c. SELECCIÓN

Los cálculos realizados para los sistemas de tierra mediante mallado y varillas, dieron a conocer lo siguiente:

- Para el caso de usar una malla se necesitará gran cantidad de cable conductor, lo que representa un costo elevado.
- Los valores de V_t , G_p y R_t , no varían de gran manera entre los dos sistemas de tierra.

En consideración a lo anteriormente analizado, se determina el uso del SISTEMA A TIERRA MEDIANTE VARILLAS COOPERWELD, la cual tendrá las siguientes características. Ver Tabla N°11

CARACTERÍSTICAS DE VARILLAS	Longitud	180 cm
	Diámetro	1.6 cm
	Cantidad	4uni
CARACTERÍSTICAS PARA CONDUCTOR ATIERRA	Material	Cu desnudo
	Calibre	N° 2 AWG
	Cantidad	40 m

Tabla N° 11

5.2.6 SELECCIÓN DE ACCESORIOS VARIOS

a. BARRAS COLECTORAS

Mediante el Anexo 03 seleccionaremos las barras rectangulares de Cu para el tablero general para cada uno de los transformadores.

La selección de dichas barras se lo hace a partir de la corriente nominal que tienen en el secundario los transformadores por fase, entonces:

- T1 100 KVA $I_n = 315 \text{ A a } 60 \text{ Hz}$
- T2 75 KVA $I_n = 236 \text{ A a } 60 \text{ Hz}$

A continuación se muestra las barras colectoras para cada transformador:

Ver Tabla: 12

PARA SECUNDARIO DE T1 – 100 KVA	
Ancho x espesor (mm)	20 x 5
Sección (mm)	100
Peso (Kg/m)	0.89
Material	Cobre desnudo
N° de barras necesarias	4
PARA SECUNDARIO DE T2 – 75 KVA	

Ancho x espesor (mm)	20 x 3
Sección (mm)	60
Peso (Kg/m)	0.53
Material	Cobre desnudo
Nº de barras necesarias	4

Tabla N° 12

Según las normas la distancia entre barras dependen de las dimensiones del tablero general, por lo que se toma normalmente 12cm y entre apoyos de 80.

Con todas estas características dichas barras pueden soportar los esfuerzos electrodinámicos provocados por corrientes de cortocircuito ó trabajar a la carga nominal.

b. CONDUCTORES PARA BAJA TENSION

Para seleccionar los cables debemos tomar en cuenta una sobrecarga del 25 %, para esto nos referiremos a la tabla del Anexo 04, “Conductores aislados para conexión de transformadores a la red secundaria”

Entonces según lo anterior los conductores seleccionados son:

Ver Tabla: 13

Transformadores Trifásicos - Tensión secundaria 220 / 120				
POTENCIA NOMINAL (KVA)	CORRIENTE NOMINAL (A)	25 % DE SOBRECARGA	CALIBRES	
			COBRE (1) AWG o MCM	ALUMINIO (2) AWG
75	206	258	3/0	250
100	275	344	250	2X1/0

Tabla N° 13

c. TABLEROS GENERALES DE MANDO

Este tipo de elementos deben cumplir a más de las características especificadas en el punto f5 del capítulo II, las siguientes:

- Tensión nominal de 240 V
- Corrientes nominales de hasta 600A
- Deben ser de frente muerto (sin alambrado visible)
- Un tablero general por cada transformador

Nota: En el Anexo 05 (Diseño cámara de transformación) se podrá identificar la disposición de equipos cumpliendo las distancias mínimas dispuestas por la norma.

5.3 DISEÑO DE CAMARA DE TRANSFORMACIÓN

5.3.1 DISEÑO

Una vez determinado los equipos y materiales que intervendrán en la cámara de transformación, el siguiente paso es la distribución de los mismos en la obra civil ya disponible (en nuestro caso).

La distribución de equipos, materiales y accesorios, estarán basados en las normas de las Empresas eléctricas, tomando en cuenta aspectos muy importantes como:

- Características de Obra civil
- Colocación de la malla a tierra
- Distancias mínimas entre equipos
- Distancias mínimas entre conductores
- Iluminación

Ver Anexos 06 - “Normas: Diseño de Cámaras de Transformación”

El Diseño de la cámara de transformación, contendrá a más de los transformadores señalados anteriormente (100 y 75 KVA), un transformador perteneciente a la Empresa Eléctrica Cotopaxi de 75 KVA, el cual fue negociado y aprobado por las dos instituciones involucradas.

Por lo que el Anexo 05 “DISEÑO DE LA CAMARA DE TRANSFORMACIÓN ESPE-L “ contiene a tres transformadores, el cual exige describir los siguientes planos:

- 1) Ubicación
- 2) Malla a tierra – corte T T´
- 3) Obra civil
- 4) Ubicación de equipos y cortes
- 5) Vistas de:
 - Planta
 - Corte A – A´ → muestra a los transformadores frontalmente.
 - Corte B – B´ → muestra a los transformadores de perfil.
 - Corte C – C´ → muestra la puerta de acceso necesario

6) Diagrama unificar

5.3.2 OBSERVACIONES

- La red de distribución de 13.8 KV que alimentara a la cámara de transformación, por convenio entre la ESPE-L & ELEPCO S.A. tomará la trayectoria descrita en el Anexo 07 “Red de Distribución”, la cual tiene las siguientes características;
- Partirá desde la cámara de transformación de 200 KVA – propiedad: ELEPCO S.A., ubicada en la ESPE-L
- Su trayectoria será mixta: Subterránea y aérea
- La trayectoria Subterránea será toda la extensión que atraviesa a la institución, mediante tres conductores de Cu aislados para 15 Kv con calibre no menor al # 1/0 AWG, más un conductor de Cu desnudo de igual calibre como protección a tierra.
- La trayectoria Subterránea se la puede supervisar mediante seis cajas de revisión construidas para dicho efecto, las cuales se las podrá ver con más claridad en el anexo antes mencionado.
- La distancia total que cubre la trayectoria subterránea es de 180m
- La trayectoria aérea partirá desde la salida subterránea en la última caja de revisión localizada en la calle “Márquez de Maenza”, a un poste de hormigón de 11m de altura.
- La trayectoria aérea hasta llegar a la cámara de transformación será necesario tres postes de hormigón con todos los accesorios necesarios correspondientes.
- La distancia total que cubre la trayectoria aérea es de 200m
- La instalación de la red de distribución “nueva” tanto en la trayectoria subterránea como en la aérea, es responsable ELEPCO S.A. ya que además de alimentar a la cámara de transformación ESPE-L, dicha línea servirá para el resto de consumidores del sector sur de la ciudad.
- Se colocarán tres pararrayos para proteger a los transformadores de la cámara de transformación, los cuales serán instalados en el poste adyacente a la misma.
- La protección a tierra para los pararrayos será independiente de la cámara de transformación, protegiendo al personal del Vp al actuar los pararrayos.
- La cámara cuenta con una gran área de ventilación, lo que garantizara en caso de calentamientos excesivos una adecuada refrigeración, tanto para transformadores como para el resto de equipos.
- Para el punto anterior podremos agregar que, la cámara cuenta con una puerta metálica que cubre el 60 % de la altura de la misma, además el ancho de la

cámara es de 3m, con estas características se asegurara una buena circulación de aire.

5.3.3 CARACTERISTICAS TÉCNICAS

- La instalación de un banco de tres transformadores estará segura contra posibles choques por movimientos telúricos u otros, ya que estos se encuentran sujetos a bases de hormigón, respetando las separaciones mínimas entre equipos ya establecidas en el diseño.
- Para seguridad tanto del personal encargado como del resto de visitantes, la cámara de transformación presenta una división la cual distingue, una zona exclusiva para media tensión (MT) y otra para baja tensión (BT), evitando así contactos involuntarios con zonas vivas.
- La cámara cuenta con un sistema de malla a tierra, con el cual se logrará disipar efectivamente las corrientes de corto circuito y disminuir peligros por voltaje de paso o de contacto.
- Todos los elementos metálicos como, carcasas de equipos, tableros eléctricos, puertas metálicas, etc.; se aterrizarán para de esta manera evitar accidentes por contactos imprevistos con partes vivas, producto de alguna falla.
- Para cada transformador se instalará un juego de tres seccionadores – fusibles, de esta manera independizaremos los circuitos para la realización del mantenimiento individual.
- La acometida hacia la cámara de transformación estará asegurada mediante tres seccionadores – fusibles, localizados en el poste externo adyacente, a más de ser una protección adicional externa, estos son de gran utilidad para realizar el mantenimiento total de la cámara.
- Para baja tensión se utilizará interruptores termo-magnéticos, para proteger a los transformadores y conductores contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Tableros de distribución, estos contendrán las barras colectoras, los interruptores termo-magnéticos principales y los secundarios, asegurando de esta manera una distribución adecuada de la energía, evitando posibles contactos del personal con partes vivas.
- La medición será a través de contadores de energía electrónicos (uno c/transformador), los cuales están en la posibilidad de registrar efectivamente los consumos reales de energía.
- La obra civil de la cámara cuenta con apropiados canales para la correcta distribución de los conductores que será necesario instalar en la misma, obteniéndose orden y protección contra posibles contactos.

- El circuito de iluminación será empotrado por las paredes de la cámara, se formará dos circuitos independientes (uno para el lado de MT y otro para el de BT), brindando de esta manera una suficiente iluminación a la misma.
- El diseño cuenta con las distancias mínimas establecidas entre, conductores y equipos varios asegurando de esta manera la aparición de cortocircuitos u otro tipo de fallas. (Ver normas Empresas Eléctricas, “Anexo 06”)
- La cámara contará además con zonas adecuadas de tránsito para el personal encargado, asegurando de esta manera contactos con equipos u otros objetos energizados debido a posibles fallas.

5.4 ESTUDIO DE LA POSIBLE MEJOR UBICACIÓN DE LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN

Como recordamos la ESPE-L cuenta con dos cámaras de transformación, de las cuales una pertenece a ELEPCO S.A., siendo la ESPE un consumidor más, mientras que la actual cámara de transformación diseñada para 13.8 KV pertenece a la institución.

Por obvias razones la cámara de transformación de la empresa eléctrica permanecerá en el mismo lugar, lo que nos preocuparemos en determinar el lugar más adecuado para la nueva cámara de la institución.

Se a determinado que la nueva cámara de transformación diseñada para 13.8 KV, se ubicará en el mismo lugar debido a que, mediante un análisis de carga por sectores, se logro especificar los más importantes de la institución, en las paginas siguientes se presentan los resultados mencionados.

- Las cargas más significativas son:
 - Ala sur (Taller metalmecánica, Gimnasio)
 - Edificio antiguo (Oficinas, decanatos, etc)
 - Edificios de Aulas
- El lugar ideal para alimentar a estas zonas de gran carga seria el centro geométrico entre ellas, por lo que dicha cámara se ubicaría en el patio principal.
- El lugar ratificado para instalar la nueva cámara de transformación, puede alimentar sin mayor problema a las zonas antes mencionadas, ya que se encuentra en un lugar donde abastecerá a las mismas a una distancia casi igual, no muy alejado para ocasionar altas caídas de voltaje ó muy cerca en caso de suceder alguna falla grave u otras que puedan afectar al personal ó a equipos.
- Dicho lugar cuenta además con la infraestructura adecuada para la instalación de tres transformadores
- La cámara de transformación contará con las protecciones y la señalización adecuada, asegurando de esta manera la seguridad del personal circulante.

5.5 VALORACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA

Para la aprobación y futura construcción del proyecto, se debe declarar la lista de materiales necesaria para la cámara de transformación en concordancia con el diseño presentado, por lo que se llevo a cabo una investigación económica de dicha lista de materiales la cual se la describe a continuación:

La lista de materiales comprende a grosso modo de:

- d) Transformadores nuevos
- e) Elementos de protección
- f) Conductores para media tensión, baja tensión y sistema tierra
- g) Accesorios montaje, etc
- h) Obra civil total de la instalación
- i) Tableros de distribución principal
- j) Contadores de energía electrónicos

Nota:

El proyecto presentado a ELEPCO S.A. contiene todas las características técnicas, económicas y formales exigidas por las normas establecidas, con lo cual fue aprobado.

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA
LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES
CAMARA DE TRANSFORMACION DE 175 KVA

Nº	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	Unid.	CANT.	V.U. (\$)	V. TOTAL
1	Tubería PVC	5" de diámetro	c/u	2	2,10	4,20
2	Adhesivo especial	Unión tubería	c/u	1	1,00	1,00
3	Conductores acometida	Tipo XLPE Aislado para 15KV	m	40	15,00	600,00
4	Conductores de BT	75 KVA - N° 3/0	m	15	7,50	112,50
		100 KVA - N° 250	m	15	9,50	142,50
5	Aislador tipo espiga	Clase ANSI 55- 4	c/u	3	4,08	12,24
6	Perno espiga corto	rosca 25 mm Ø	c/u	3	5,80	17,40
7	Alambre de atar		Lote	3	0,85	2,55
8	Cinta de armar		c/u	3	1,00	3,00
9	Puntos Terminal	Interior	c/u	3	19,00	57,00
		exterior	c/u	3	32,00	96,00
10	Pararrayos	Clase 10 KV	c/u	3	44,00	132,00
11	Conductor desnudo Al	Al N°2	m	15	1,00	15,00
12	Seccionadores-fusible	15 KV 100A	c/u	6	60,00	360,00

13	Fusible	I = 3.93A equiv. a = 4	c/u	3	2,50	7,50
		I = 5.24A equiv. a = 6	c/u	3	2,50	7,50
14	Conductor desnudo	Cu Nº 2 AWG	m	30	2,50	75,00
15	Interruptores Termo magnéticos	Caj. Moldeada				
		I = 236.18 A equiv. a = 250A	c/u	1	300,00	300,00
		I = 314.91 A equiv. a = 300A	c/u	1	487,00	487,00
16	Varilla Copperweld	16 mm de Ø x 1.8 m de long.	c/u	4	6,00	24,00
17	Grapa Copperweld		c/u	4	2,00	8,00
18	Conector en "T"		c/u	6	2,50	15,00
19	Conector en Cruz		c/u	2	2,50	5,00
20	Grapas		c/u	12	2,00	24,00
21	Cruceta "L"	75*75*6mm x 3.00m	c/u	3	30,00	90,00
22	Tablero Eléctrico - 12 Salidas	Para: 75 KVA	c/u	1	1.000,00	1.000,00
23	Tablero Eléctrico - 6 Salidas	Para: 100 KVA	c/u	1	800,00	800,00
24	Medidores de energía	Para: 75 KVA	c/u	1	800,00	800,00
		Para: 100 KVA	c/u	1	1.100,00	1.100,00
25	Transformador 75 KVA	13.8/ 220, 120	c/u	1	2.300,00	2.300,00
26	Transformador 100 KVA	13.8/ 220, 120	c/u	1	2.500,00	2.500,00
27	Obra civil cámara de Transf.					2.090,00
						\$13.188
Subtotal materiales						8
						\$14.77
Subtotal materiales + IVA 12 %						1,00
Diseño						\$1.000
Dirección técnica						\$1.477
Mano de obra						\$1.477
					TOTAL :	\$18.725

VI.- CAPITULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 PARA EL REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO

- La ESPE-L no cuenta con la información escrita, relacionada al sistema eléctrico actual.
- El sistema eléctrico actual sufre de una gran variedad de anomalías como por ejemplo, caídas repentinas de voltaje, mala distribución de acometidas, señalización nula de sub. tableros, sub. tableros desprotegidos y circuitos carentes de normas.
- El sistema eléctrico actual será rediseñado basándose en normas vigentes.
- Para la elaboración del rediseño se identificarán las zonas que no cumplen con las normas establecidas en el capítulo II.
- Para el nuevo diseño, de igual forma se deben realizar los estudios de selección tanto para conductores como para las respectivas protecciones.
- Los circuitos básicos (Iluminación y Tomacorrientes), contarán con circuitos independientes.
- Las instalaciones correspondientes a cajetines, tuberías, etc.; deben realizarse en base a las normas vigentes descritas en el capítulo II.
- Para la distribución segura y equilibrada de la energía hacia los sub. tableros, debe instalarse un Tablero Principal de Control.
- Los materiales y equipos a instalarse deben contar con las características exigidas para cada una de las cargas.

6.1.2 PARA EL DISEÑO DE LA CAMARA DE TRANSFORMACIÓN

- La ESPE-L cuenta con una cámara de transformación a 6.3 KV, representando un retraso con respecto al nivel de tensión exigido actualmente.
- La cámara de transformación carece de normas básicas como por ejemplo; mantenimiento, distribución adecuada de equipos, iluminación, tablero de medidores seguro y contando a la vez con un alto grado de peligrosidad para el personal.

- El diseño de la Cámara de Transformación a 13.8KV se realizo, asegurando que la continuidad y eficiencia del sistema eléctrico permanezca estable.
- El diseño cumple las normas establecidas por las Empresas Eléctricas, tanto para el área de obra civil, distribución y selección de equipos.
- Para una buena selección de materiales y equipos son de vital importancia los estudios de; corrientes de cortocircuito, puestas a tierra, esfuerzos térmicos, para cámaras de transformación de potencias superiores a las de 200 KVA son necesarios también estudios sobre esfuerzos electrodinámicos.
- El estudio de cortocircuito es la base para la selección de; aparatos de protección, conductores, sistema de tierra, barras colectoras.
- Al Transformador y conductores se los puede sobrecargar un 20%, este dato es importante para la selección de protecciones eléctricas.
- Los aparatos de medida se seleccionan en base a los valores nominales de los transformadores, protecciones y de las características de los circuitos.
- La cámara de transformación se construirá en el mismo lugar, ya que representa una posición estratégica según los centros de carga representativos como son: Edificio antiguo, Edificios de aulas y Talleres Industriales.
- El personal encargado del mantenimiento será alguien que conozca las normas de seguridad industrial vigentes, al igual que el funcionamiento de las cámaras de transformación.

6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 PARA EL REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO

- Contar con los planos arquitectónicos a escala para facilitar la distribución de circuitos.
- Analizar los circuitos individualmente, obteniendo toda la información necesaria para su verificación mediante cálculos.
- El rediseño debe ser producto de las observaciones realizadas, tanto de la distribución de circuitos como de los cálculos de verificación.
- Para el nuevo diseño de igual forma se recomienda la verificación mediante cálculos.
- Una de las recomendaciones más importantes es el de formar circuitos independientes de iluminación y tomacorrientes.

- Se recomienda para instalaciones con propia cámara de transformación, contar con un tablero general de distribución.
- Se recomienda que un profesional eléctrico se actualice constantemente con los sistemas y materiales eléctricos modernos.

6.2.2 PARA EL DISEÑO DE LA CAMARA DE TRANSFORMACIÓN

- Para la selección del transformador a más del estudio de carga actual hay que seleccionarlo para una carga futura la cual se basara en la zona ó institución en análisis y su proyección ó visión futura.
- Respetar las características técnicas de cada uno de los materiales y equipos seleccionados, asegurando la eficiencia y continuidad del sistema eléctrico.
- Se recomienda la instalación de medidores electrónicos de energía, los cuales aseguran el pago del consumo real.
- Para asegurar la vida útil de los equipos y sobretodo la salud física del personal, recomendable es la instalación de una malla a tierra.
- Para asegurar la vida útil de la cámara de transformación es recomendable la implementación del mantenimiento preventivo.
- El personal encargado del mantenimiento y manipulación de los equipos de la cámara de transformación, debe ser personal técnico – calificado con completos conocimientos de seguridad industrial.
- Crear un plan de mantenimiento bien organizado, dirigido y ejecutado por el personal encargado, evitando problemas mayores a futuro.
- Recomendable es la instalación de letreros de advertencia, para el personal externo e interno evitando posibles lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Folleto ECUATRAN S.A. Transformadores de Distribución de Energía Eléctrica

2. Diseño y Readequación de la Cámara de Transformación del ITSE – Viera Zambrano Franklin Fabián.
3. Actualización de la Coordinación de Protecciones del Sistema de Distribución primario y regulación de voltaje de la Empresa Eléctrica. – Iturralde Alban Javier Hernán
4. Coordinación de Protecciones Eléctricas del SEP MAXUS Ecuador INC – Sánchez Ocaña Wilson
5. Guías de Diseño Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. (partes I, II, III y IV)
6. Eficiencia energética, Ministerio de Energía y Minas
7. Internet

ANEXOS

FACTOR DE DEMANDA PARA ELECTRODOMESTICOS					
NUMERO DE	FACTOR DE DEMANDA (%)				
	DUCHA Eí.	MAQUINA	CALENTADOR	COCINA	MAQUINA

EQUIPOS		LAVAR		ELECTRICA	SECAR ROPA
1	100	100	100	100	100
2	68	72	71	60	100
3	56	62	64	48	100
4	48	57	60	40	100
5	43	54	57	37	80
6	39	52	54	35	70
7	36	50	53	33	62
8	33	49	51	32	60
9	31	48	50	31	54
10 a 11	30	46	50	30	50
12 a 15	29	44	50	28	46
16 a 20	28	42	47	26	40
21 a 25	27	40	46	26	36
26 a 35	26	38	45	25	32
36 a 40	26	36	45	25	26
41 a 45	25	35	45	24	25
46 a 55	25	34	45	24	25
56 a 65	24	33	45	24	25
66 a 75	24	32	45	24	25
76 a 80	24	31	45	23	25
81 a 90	23	31	45	23	25
91 a 100	23	30	45	23	25
101 a 120	22	30	45	23	25
121 a 150	22	29	45	23	25
151 a 200	21	28	45	23	25
201 a 250	21	27	45	23	25
251 a 350	20	26	45	23	25
351 a 450	20	25	45	23	25
451 a 800	20	24	45	23	25
801 a 1000	20	23	45	23	25

Tabla 03

CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES

DIMENSIONES, RESISTENCIA Y CAPACIDAD CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE						
Calibre AWG	Sección		Diámetro aproxim. (mm)	Resistencia por Km	Capacidad de Conducción (A)	Tipo
	CMM	mm ²				
16	2583	1,29	1,29	13,70000	8	TF
14	4107	2,08	1,63	8,61600	15	TW
12	6530	3,29	2,05	5,42000	20	TW
10	10380	5,29	2,59	3,40900	30	TW
8	16510	8,32	3,28	2,14350	40	TW
6	26250	13,29	4,12	1,34780	55	TW
4	41740	21,15	5,88	0,84781	70	TW
2	66370	33,62	7,41	0,53316	95	TW
1/0	83694	53,43	9,15	0,33171	125	TW
2/0	133101	67,42	10,65	0,26317	145	TW
3/0	167801	85,01	11,95	0,20870	165	TW
4/0	211600	107,21	13,4	0,16553	195	TW
250		126,37	14,55	0,13100	340	TW

CABLE DE FUERZA - CONTROL 600 - 60°C / TIPO SUCRE

SECCIÓN APROXIMADA EN mm ²	CALIBRE (AWG)	DIAMETRO APROXIMADO EN mm ²	CAPACIDAD AMPERIOS (A)
4 x 0,83	4 x 18 - Flex.	4 x 1,22	5,6
4 x 1,3	4 x 16 - Flex.	4 x 1,52	8
4 x 2,1	4 x 14 - Sol.	4 x 1,63	12
4 x 2,1	4 x 14 - Flex.	4 x 1,98	12
4 x 3,3	4 x 12 - Sol.	4 x 2,05	16
4 x 3,3	4 x 12 - Flex.	4 x 2,57	16
4 x 5,3	4 x 10 - Sol.	4 x 2,59	20
4 x 5,3	4 x 10 - Flex.	4 x 3,20	20
4 x 8,4	4 x 8 - Flex.	4 x 3,69	28
4 x 13,3	4 x 6 - Flex.	4 x 4,65	36
4 x 21,1	4 x 4 - Flex.	4 x 5,88	48
4 x 33,6	4 x 2 - Flex.	4 x 7,41	-
4 x 53,5	4 x 1/0	4 x 9,45	-
4 x 67,4	4 x 2/0	4 x 10,63	-
4 x 85,0	4 x 3/0	4 x 11,95	-
4 x 107,2	4 x 4/0	4 x 13,40	-

DATOS GENERALES TRANSFORMADORES TRIFASICOS**VOLTAJE PRIMARIO HASTA 15 KV**

POTENCIA	A	L	H	Vol. Aceite	Peso Total
(KVA)	(mm)	(mm)	(mm)	(Lts)	(Kg)
15	430	790	860	80	280
30	450	820	885	90	315
45	450	860	900	100	360
50	470	890	900	110	370
75	520	920	940	120	415
100	550	950	950	130	510
112,5	580	1000	980	140	530
125	610	1030	1000	140	550
150	650	1030	1030	160	620
160	680	1050	1060	170	650
200	700	1110	1100	190	850
250	720	1140	1150	275	1040
300	750	1170	1170	300	1140
350	800	1200	1200	300	1150
400	800	1100	1420	260	1200
500	870	1170	1440	275	1250
600	920	1190	1480	350	1650
750	980	1220	1540	420	1900
1000	1120	1320	1900	630	2500
1300	1170	1360	2100	700	3000
1500	1240	1400	2250	700	3200
2000	1350	1450	2500	850	3600

VOLTAJE PRIMARIO HASTA 25 KV

POTENCIA	A	L	H	Vol. Aceite	Peso Total
(KVA)	(mm)	(mm)	(mm)	(Lts)	(Kg)
15	460	840	880	90	300
30	480	870	900	110	345
45	480	880	900	110	360
50	500	890	900	115	390
75	550	940	940	130	430
100	570	980	975	150	540
112,5	600	1030	1000	160	560
125	630	1050	1025	175	590
150	680	1050	1030	190	670
160	710	1070	1060	180	700
200	730	1120	1125	220	900
250	750	1160	1200	300	1100
300	780	1200	1250	330	1200
350	820	1250	1300	350	1280
400	830	1130	1450	290	1300
500	890	1200	1470	350	1400
600	940	1220	1500	400	1800
750	1000	1240	1560	470	2100

1000	1140	1360	2000	680	2800
1300	1200	1400	2200	750	3200
1500	1290	1450	2400	800	3600
2000	1380	1500	2600	900	4000

Fuente: ECUATRAN S.A.
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA

**PERDIDAS CON CARGA, SIN CARGA Y TOTALES
PARA:**

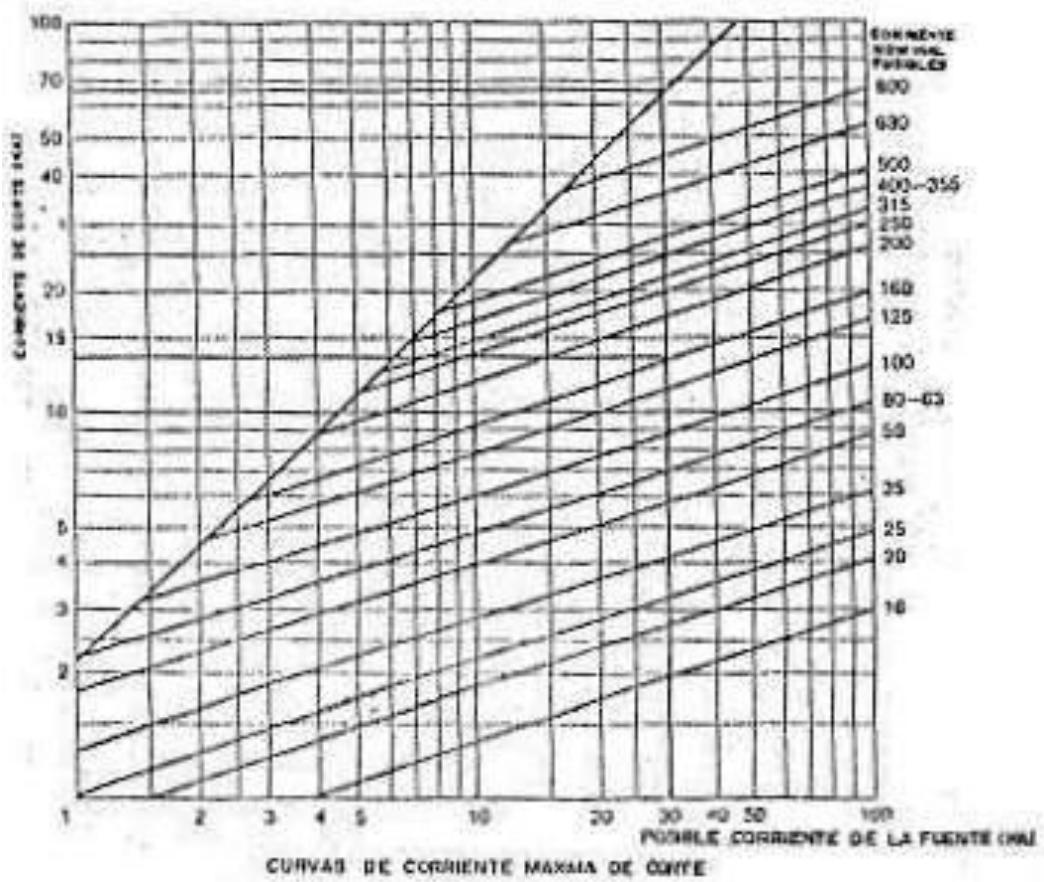
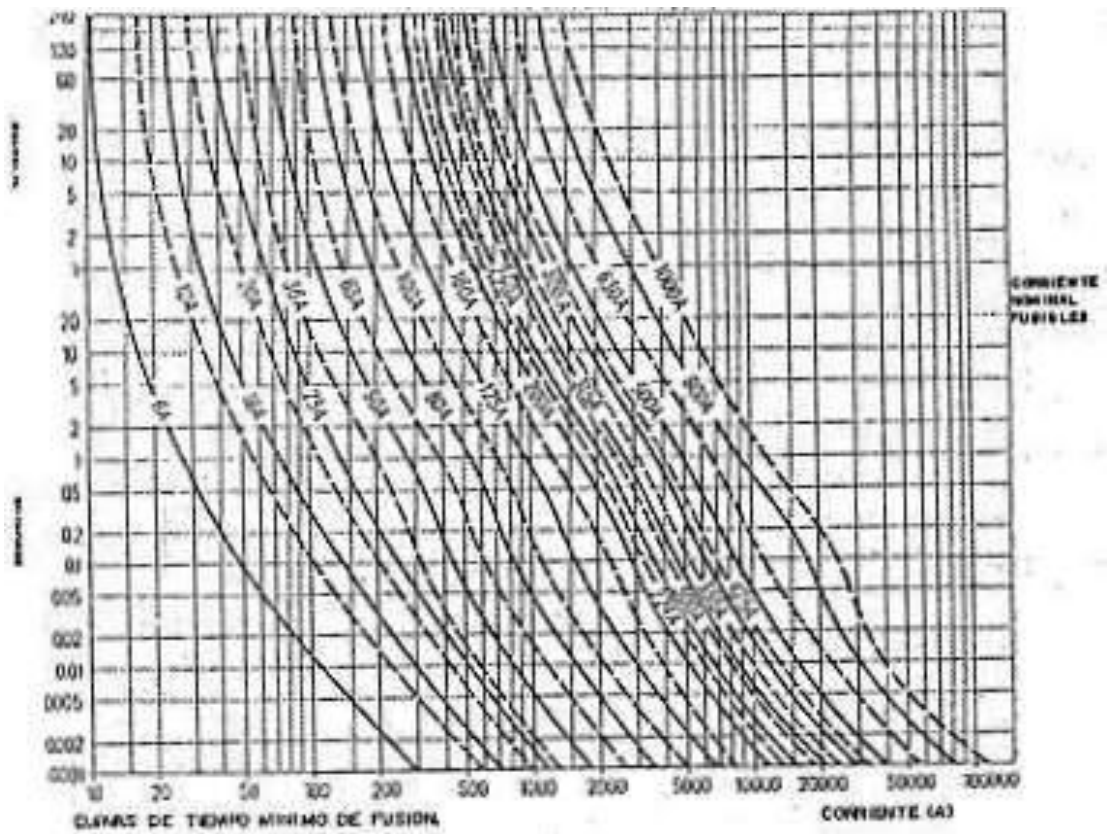
TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS			
POTENCIA (KVA)	Po (W)	Pc (W) - (85°C)	Pt (W) - (85°C)
3	21	70	91
5	30	90	120
10	50	140	190
15	70	195	265
25	100	290	390
37,5	130	405	535
50	160	510	670

TABLA 01

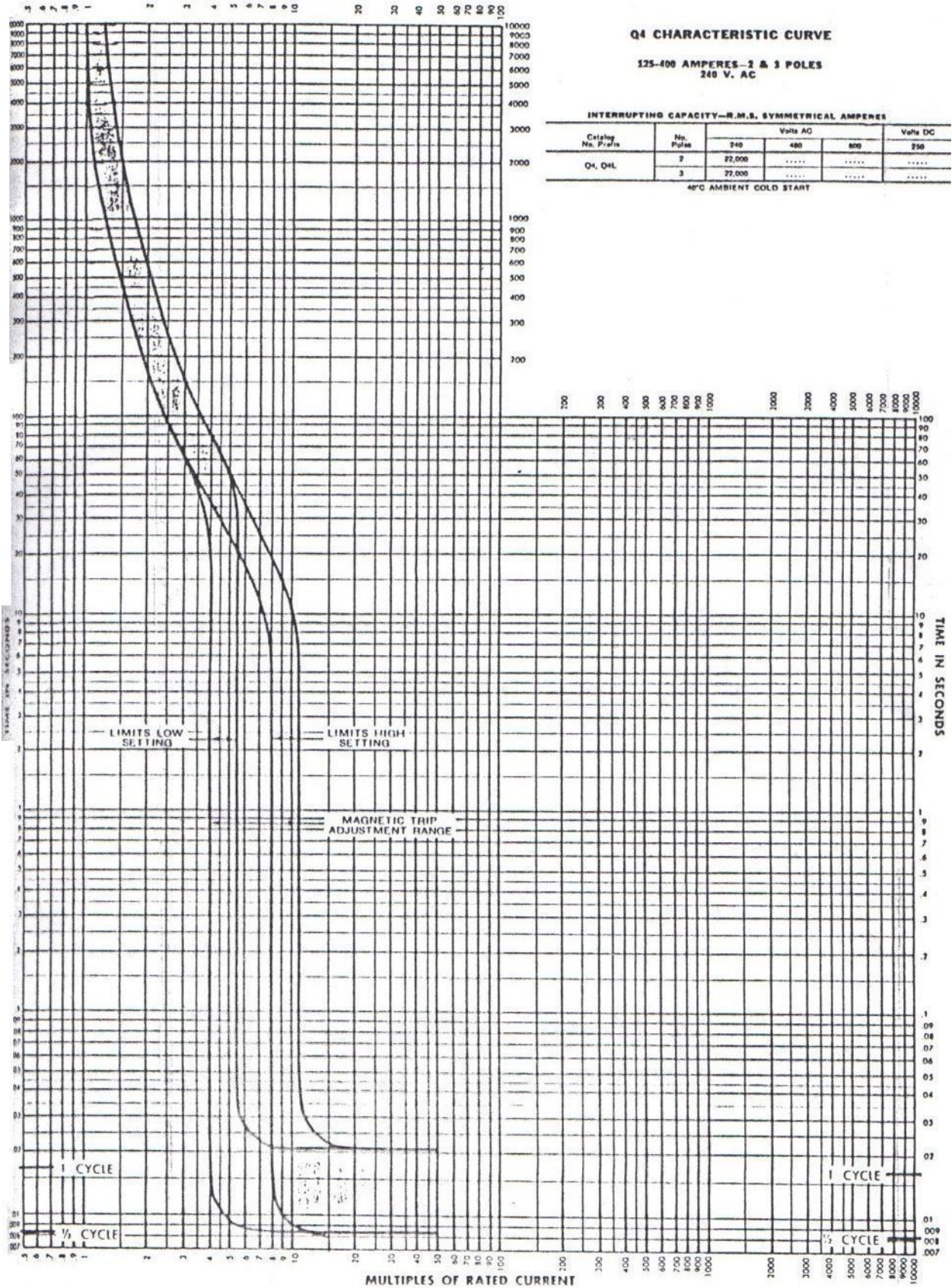
**TRANSFORMADORES
TRIFÁSICOS**

POTENCIA (KVA)	Po (W)	Pc (W) - (85°C)	Pt (W) - (85°C)
15	80	310	390
30	135	515	650
45	180	710	890
50	195	775	970
75	265	1090	1355
112,5	365	1540	1905
150	450	1960	2410
225	615	2890	3505
300	765	3675	4440
400	930	4730	5660
500	1090	5780	6870
630	1285	7140	8425
750	1450	8380	9830
800	1520	8900	10420

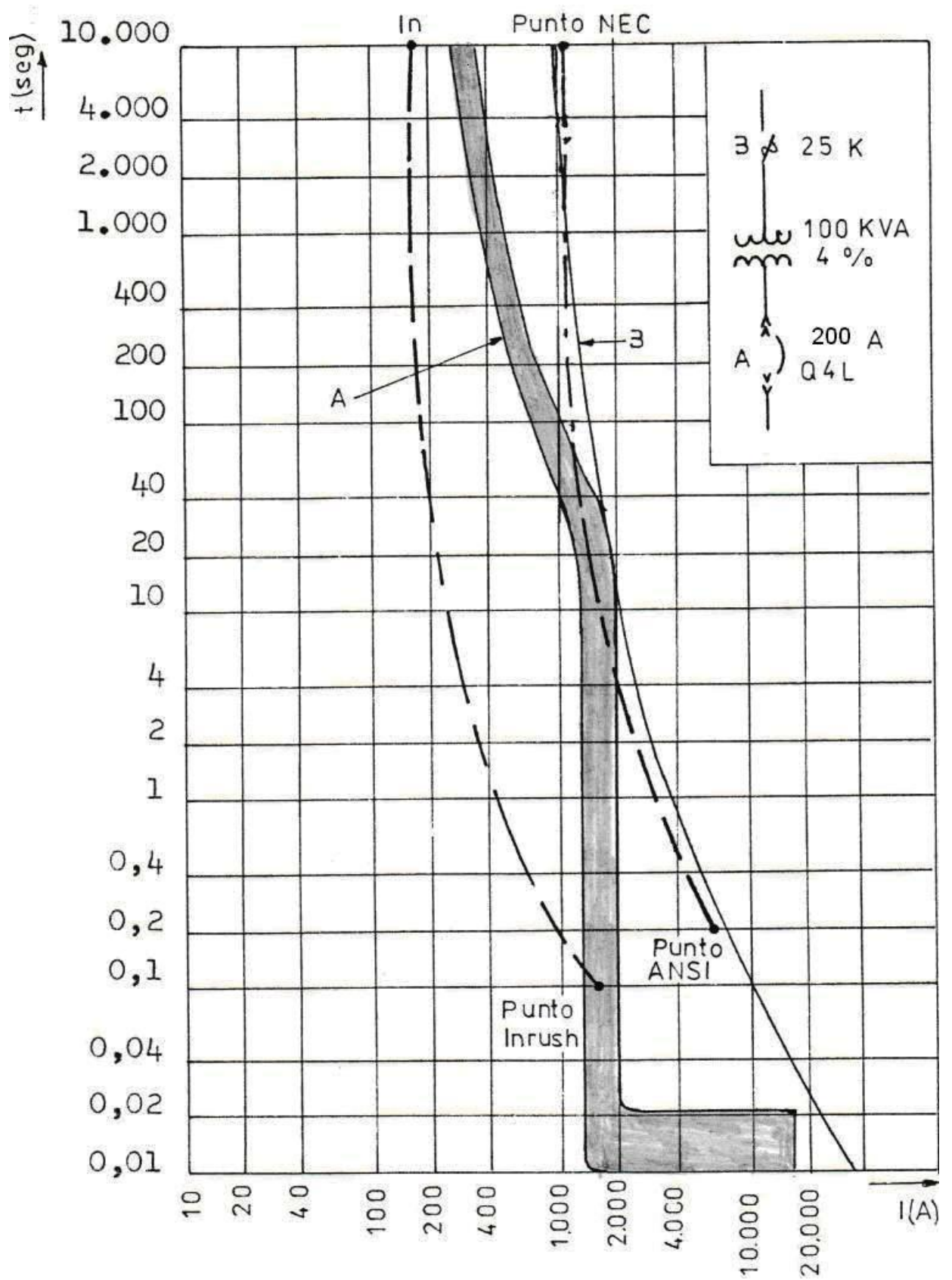
TABLA 02



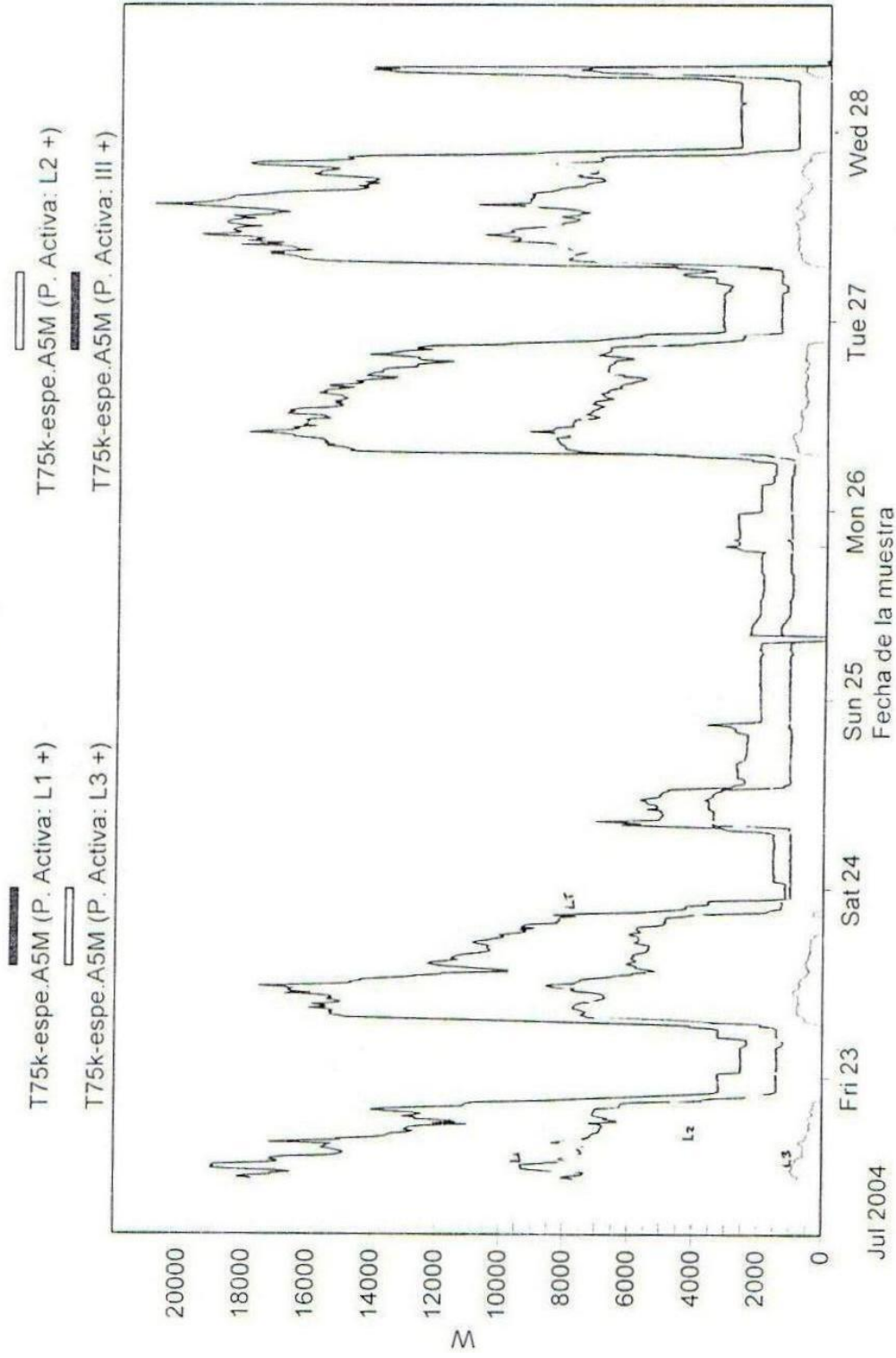
MULTIPLES OF RATED CURRENT



Coordinación actual – Transformador de 100 KVA



MULTIGRÁFICA



Variable Seleccionada: T75k-espe.A5M (P. Activa: L1 +)

Act : 22/07/2004 11:00:00
Act : 7673 (W)

Desde : 22/07/2004 11:00:00
Máx : 10881 (W)

Hasta : 28/07/2004 08:57:01
Min : 0 (W)