

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

Proyecto De Investigación Previo A La Obtención Del Título De
Ingeniero en Eléctrico-Mecánica

TÍTULO:

**Levantamiento, Estudio y Mejoramiento del Sistema Eléctrico
de Baja Tensión y su Celda de Media Tensión del Edificio
Principal de la UCSG.**

AUTOR:

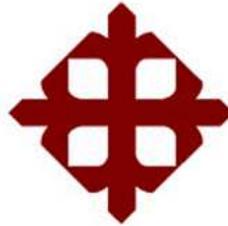
Jiménez Mateus Jaime Rafael

TUTOR:

Ing. Raúl Montenegro

Guayaquil, Ecuador

2014



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo
Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Jaime Rafael Jiménez Mateus, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero en Eléctrico-Mecánica.

TUTOR

Ing. Raúl Montenegro

REVISOR(ES)

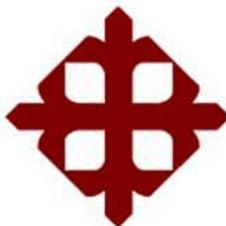
(Nombres, apellidos)

(Nombres, apellidos)

DIRECTOR DE LA CARRERA

(Nombres, apellidos)

Guayaquil, Marzo del 2014



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo
Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Jaime Rafael Jiménez Mateus**

DECLARO QUE:

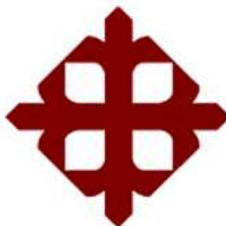
El Trabajo de Titulación **Levantamiento, Estudio y Mejoramiento del Sistema Eléctrico de Baja Tensión y Celda de Media Tensión del Edificio Principal de la UCSG** previa a la obtención del Título **de Ingeniero Eléctrico-Mecánico con mención Empresarial e Industrial**, ha sido desarrollado en base a una investigación de campo, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, Marzo del 2014

EL AUTOR

Jaime Rafael Jiménez Mateus



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo
Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica

AUTORIZACIÓN

Yo, **Jaime Rafael Jiménez Mateus**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Levantamiento, Estudio y Mejoramiento del Sistema Eléctrico de Baja Tensión y su Celda de Media Tensión del Edificio Principal de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, Marzo del 2014

EL AUTOR:

Jaime Rafael Jiménez Mateus

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a DIOS por ser mi fortaleza y mi guía constante para poder alcanzar esta meta tan importante y muchas otras a lo largo de mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional, esfuerzo y dedicación al estar siempre conmigo sin importar la distancia, sin ellos no estaría donde estoy ahora.

A mis hermanas que fueron parte notable durante el desarrollo de mi vida;

A mi novia que bajo su comprensión y amor contribuyó esencialmente a mi riqueza intelectual y espiritual.

A mis compañeros de trabajo por su apoyo y tiempo al contribuir con el trabajo físico e información para elaborar el presente trabajo, así como a mi jefe por su comprensión y entendimiento a las necesidades de tiempo para elaborar este proyecto.

JAIME RAFAEL JIMENEZ MATEUS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS quién ha sido parte notable a lo largo de mi existencia, al ser mi fortaleza y determinación para poder superar mis metas y así luchar cada día por ellas sin importar lo difícil que sean estas.

A mis padres que han sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida al brindarme su amor, apoyo y paciencia incondicional para poder alcanzar cada una de mis metas, y;

Finalmente, dedico este trabajo a mí mismo por ser el claro ejemplo de dedicación, lucha y esfuerzo continuo, pues en esta tesis de alto nivel están plasmados mis conocimientos adquiridos a lo largo de mi vida universitaria, demostrando así la clase de futuro profesional que me convertiré.

JAIME RAFAEL JIMENEZ MATEUS

ÍNDICE GENERAL

GCAPITULO I	9
INTRODUCCIÓN	9
1.2. JUSTIFICACIÓN	9
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1. Objetivo General	11
1.3.2. Objetivos Específicos	11
CAPITULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA ELECTRICO	11
2.2. CONDICIONES LEGALES	17
2.2.1 NATSIM (2012) (Norma de Acometidas Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad)	18
2.2.2. Normas de Construcción Ecuatoriana - 10 (1996)	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3. Regulación no. Conelec – 004/01	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4. Norma ANSI (2012) (American National Standards Institute)	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III	21
METODOLOGÍA	21
3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	21
3.2. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	23
3.4. INVERSIÓN	24
CAPITULO IV	25
ACOMETIDA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN	25
4.1. ACOMETIDAS DE MEDIA TENSIÓN	25
4.1.1. Descripción visual del cuarto de celdas de media tensión	27
4.2. CUARTO DE TRANSFORMADOR	30
4.2.1 Condiciones del cuarto de transformador	30
4.2.2 Observaciones del cuarto de transformador	32
4.2.3 Análisis de capacidad de carga del banco de transformadores	33
4.2.4 Análisis del factor de potencia	37
4.2.5 Mediciones de voltaje y corrientes en el secundario del banco de transformadores	38
4.3. ACOMETIDA PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN	39
4.3.1 Acometida	39
4.3.2. Levantamiento de los Paneles de distribución	40
4.3.2.1. Paneles Principales	40
4.3.2.2. Paneles Auxiliares	43
4.3.3. Disyuntores principales	48
4.3.4. Análisis del comportamiento de la carga total.	49
CAPITULO V	64
GENERADOR DE EMERGENCIA	64
5.1. ESTADO DEL GENERADOR	64
5.2. PANEL DE TRANSFERENCIA	65
5.3. CARGAS DEL PANEL DE TRANSFERENCIA	68
CAPITULO VI	70
ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR	70
6.1. DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN	70
6.2. DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN	70

CAPITULO VII.....	72
PLAN DE MEJORA DE LA INSTALACIONES ELECTRICAS.....	72
7.1. PUNTOS DE MEJORA	72
7.2. PROPUESTA DE SOLUCIONES.....	73
7.3. PRESUPUESTO	83
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES.....	97

RESUMEN

El trabajo de tesis que se realizó, en primer lugar es una inspección del cumplimiento de las normas más importantes de la empresa eléctrica como: NATSIM; NEC 10 Y ANSI, como objetivo general está enfocado al estudio del comportamiento de la carga, es decir conocer las horas picos donde la demanda llega a su máximo nivel y conocer cuánto desciende la caída de voltaje debido al aumento de carga. Para lograr conocer esta información fue necesario disponer de un supervisor de fase que ayuda con el monitoreo de la carga por intervalos de 15 minutos durante 6 días, tiempo prudente para analizar, estas fluctuaciones de carga e identificar que tan grave es el desbalance de carga entre fases. Se levantó toda la información posible, para determinar cuáles son las falencias del sistema eléctrico del Edificio Principal, además de los picos de corriente conocer si el banco de transformadores está trabajando al 100% de su capacidad, sin opción ni aun 1% de flexibilidad del sistema pero el resultado fue otro, el banco de transformadores de 501KVA, dispone del 40% de flexibilidad del sistema eléctrico del Edificio, porque toda la carga operativa del edificio solo es de 300,09kva, uno de los principales motivos que el edificio cuente con una flexibilidad del 40% es debido al trabajo del área de mantenimiento, quienes son responsable de la actualización de los equipos eléctricos y electrónicos con mayor eficiencia, reduciendo costo de facturación por un consumo menor y el aumento de la vida útil de la capacidad actual del banco de transformadores instalado. En el plan de mejoramiento se indica observaciones de soluciones posibles de corto o mediano plazo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño y construcción de un edificio es un proceso de varias ingenierías y arquitectura a detalle. Desde sus cimientos en el área civil, diseño interior, telecomunicaciones y nuestro enfoque en el área eléctrica.

Pero lamentablemente a veces este proceso sistemático de construcción es dejado a un lado, y se ve opacado por la construcción en bases de conocimientos empíricos sin dejar registro de lo realizado en documentos o en formato digital, las cuales se pierde en el paso del tiempo.

Esto parece imperceptible al inicio, ya que todos los circuitos eléctricos funcionan de forma correcta pero el problema se presenta cuando se desea saber si es posible incrementar la carga eléctrica a un circuito determinado o en caso de ocurrir un problema eléctrico se hace difícil identificarlo y localizarlo, debido a la falta de información registrada.

Además, la falta de la información necesaria del sistema eléctrico hace imposible determinar un plan de mantenimiento que permita de forma eficiente mantener un balance de carga en las líneas baja tensión y media tensión, y disponer de dispositivos de protección y control eléctrico para la capacidad de carga actual instalada y operativa.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el área de mantenimiento, no cuenta con datos vigentes del nivel de carga o corriente, que están sometidos los elementos de protección o control eléctrico y el banco de transformadores del Edificio Principal, es así que al querer obtener esta información que es indispensable para la UCSG, optaron las autoridades de esta prestigiosa institución por solicitar el respaldo de la Facultad Técnica para el Desarrollo, para otorgar la oportunidad al estudiante de esta facultad, quien como pre-requisito debe de estar por titularse como Ingeniero Eléctrico - Mecánico, realizar su proyecto de tesis en un trabajo de campo, área en la cual fue preparado.

Al realizar el estudio del comportamiento de cargas en baja tensión, se obtendrá la información necesaria para conocer cuál es el nivel más alto de corriente en cada fase de la acometida de baja tensión e identificar si las fases cuentan con un balance mínimo del 5% de diferencia entre sí, caso contrario al aumentar la carga sin tener en cuenta el balance carga, causaría el calentamiento en la línea con mayor cantidad de corriente.

El levantamiento eléctrico de media tensión y del panel principal de baja tensión y sus derivaciones hacia los paneles auxiliares de cada planta, permitirá conocer el estado físico de los elementos de protección y dispositivos de control eléctrico (breakers o disyuntores), además de verificar si las capacidades de estos elementos siguen siendo la adecuada para la corriente actual. Es así que la identificación de cada seccionador del panel principal hacia el panel auxiliar de cada piso del edificio, va a permitir realizar asistencia efectiva en eventos de fallas eléctricas, y al poder registrar la información en digital y físico, se podrá realizar el diagrama unifilar de baja tensión y la acometida de media tensión permitirá identificar los puntos de restauración o corrección del sistema eléctrico. Al conocer el límite de flexibilidad del banco de transformadores, se podrá establecer si es necesario aumentar la capacidad del banco de transformador. Este estudio permitirá conocer el estado de las instalaciones de la subestación, del panel principal y de los paneles auxiliares, lo cual ayudará a establecer si están cumpliendo las normas legales eléctricas nacionales e internacionales, que certifican un sistema eléctrico seguro y confiable.

Al realizar este proyecto se podrá plantear mejoras en el sistema eléctrico del edificio principal de la universidad, tales como: protecciones eléctricas para fallas externas o internas, sistema de monitoreo de comportamiento flujo eléctrico del Edificio Principal de la UCSG y sistemas eléctricos automatizado, lo cual dará como resultado una estadística del sistema eléctrico actual y disponer de un punto de partida, para la mejora de la instalaciones eléctricas, y así aumentar su capacidad de carga y una razonable flexibilidad en el sistema eléctrico para el edificio.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Estudio del comportamiento del sistema eléctrico del Edificio Principal de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de los circuitos del panel principal de baja tensión;
- Identificar el nivel de carga de los paneles secundarios de cada piso y el panel principal baja tensión;
- Verificar el cumplimiento de las normas vigentes del sistema eléctrico de media y baja tensión y;
- Determinar las acciones de mejoramiento necesarias para adaptar los dispositivos de protección eléctrica a la capacidad instalada.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA ELECTRICO

- Media tensión

En Ecuador se denomina Media Tensión a los niveles de voltajes mayores a 600 voltios y menores a 40 kilovoltios (figura 1). Específicamente la línea de media tensión de Ecuador es de 13.8KV y es empleada para la distribución de energía eléctrica.

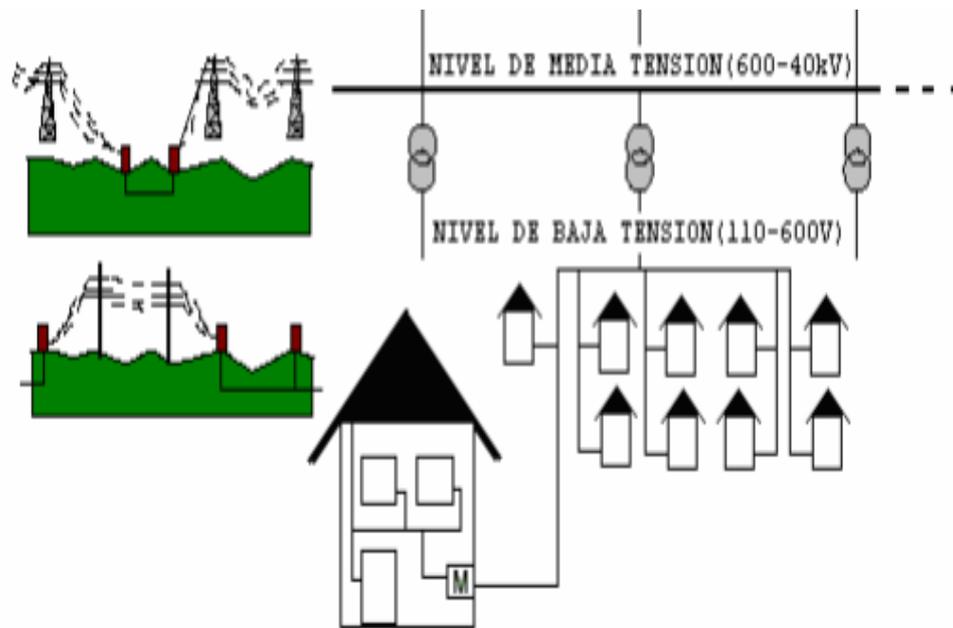


Figura 1. Ilustración de los niveles de voltaje de media y baja tensión

- Celda de media tensión

Es un armario metálico diseñado con interruptor de media tensión para reducir y evitar el contacto con el arco eléctrico que se forma en maniobras de on y off. Su instalación es necesaria e indispensable cuando se tiene que bifurcar la acometida de media tensión a diferentes cuartos de transformadores, cuando solo se cuenta con una cuarto de transformador es decisión del Ing. eléctrico la implementación de una celda o seccionadores con fusibles combinados en el ultimo poste si la red de media tensión de la E.E.E es aérea.

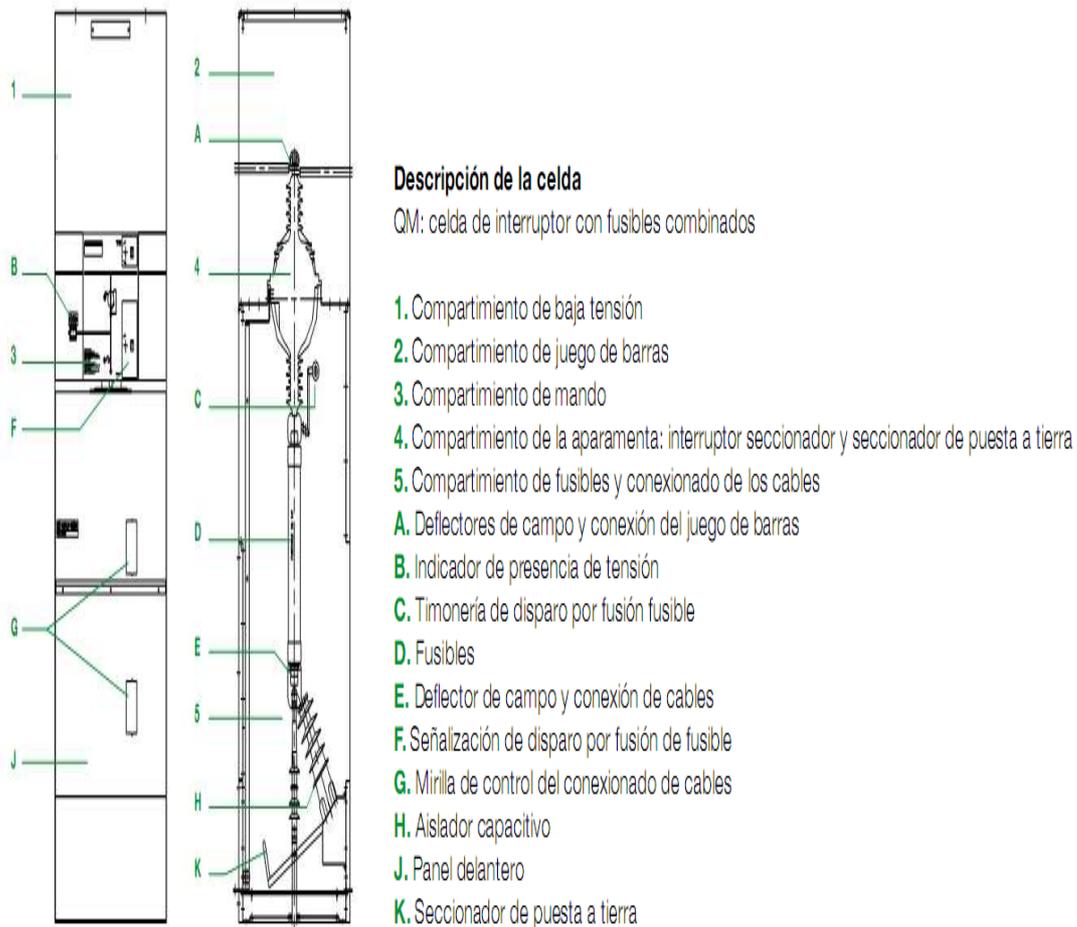


Figura 2. Celdas de Media Tensión

Fuente catalogo ABB

- Acometida

Es la instalación eléctrica que se construye desde el punto de interconexión con la red pública de distribución hasta las instalaciones del usuario, los elementos físicos que conforman una acometida son:

- Punto de alimentación;
- Conductores;
- Ductos;
- Tablero principal de acometidas;
- Disyuntor general y;
- Medidores.

Referencia. Regional Distrito Capital Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnología de información. (2008)

Referencia. Condesa (2005) acometida.

Existen dos tipos de acometidas:

Acometida aérea.- estas acometidas inician del poste de la red de distribución eléctrica hasta el tubo EMT con reversible, localizado en lo alto de la edificación. En la figura 3. Se visualiza los parámetros necesarios para la acometida aérea de baja tensión.

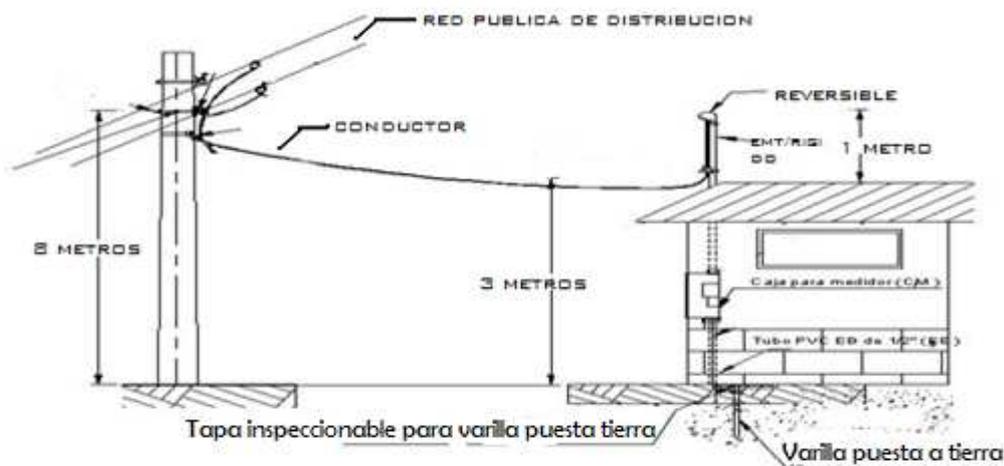
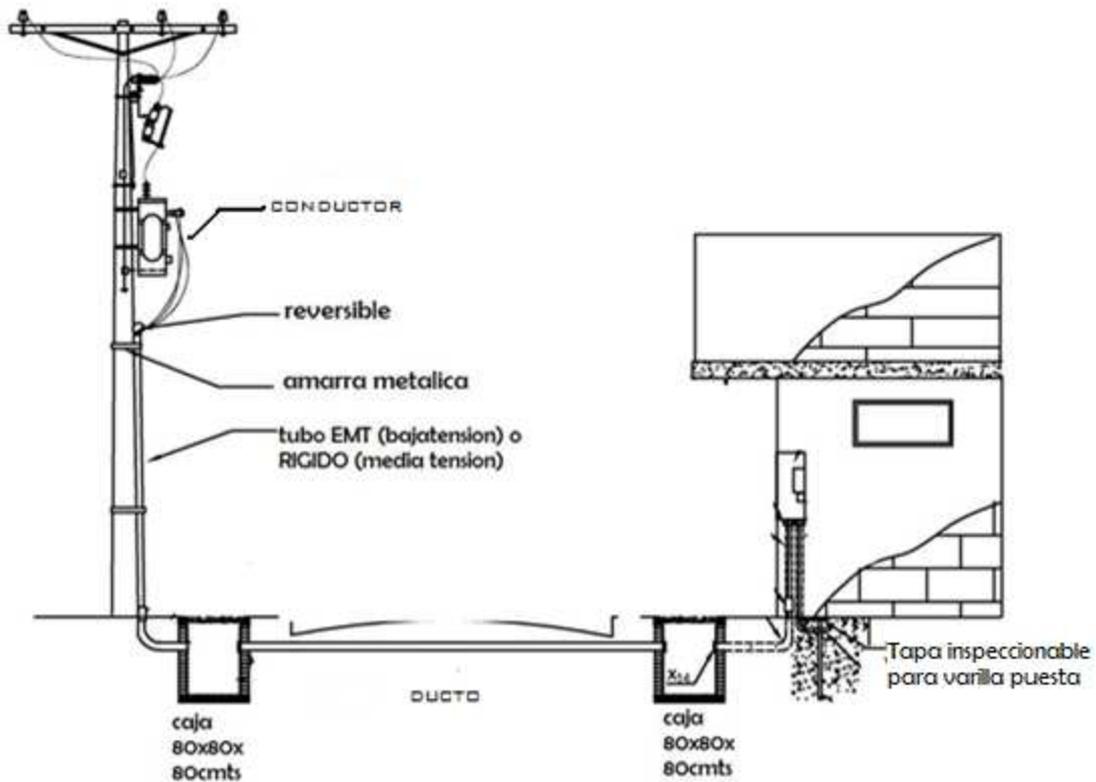


Figura 3. Acometida aérea baja tensión

Acometida subterránea.- esta acometida inicia del poste de la red de distribución eléctrica y desciende por un tubo EMT si es de baja tensión y Rígido si es de media tensión (figura 4), con una longitud de 6 metros hasta la primera caja de paso al pie del poste, las líneas activas de la acometida de Media Tensión son aisladas y la línea del neutro puede ser aislada o desnuda, hasta la siguiente caja de paso para llegar al breaker principal del panel principal en baja tensión o hasta el cuarto de transformadores si es en Media Tensión.



Acometidas Trifásicas Tetrafilares a 120/208 V

Carga de Contratación [kW]	Calibre Conductores [AWG]	Ducto [Pulgadas]
36-45-50	CM- 3 x 1/0 + 1 x 2	2
51-55-64	CM- 3 x 2/0 + 1 x 1/0	2 ½
65-75	CM- 3 x 4/0 + 1 x 2/0	3
76-85	CM- 3 x 250 + 1 x 4/0	3
88-100	CM- 3 x 300 + 1 x 250	3
112.5 KVA	CM- 3x350+1x250	3
150 KVA	CM- 2(3x4/0+1x2/0+1x2/0)	3
225 KVA	CM- 2(3x350+1x250)	4

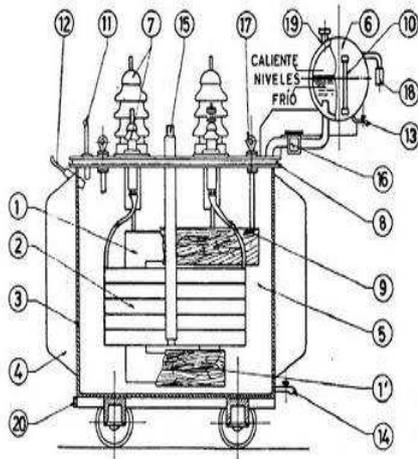
CM: Conductor Monopolar

Figura 4. Acometida subterránea

- Transformador

La función primordial es disminuir o aumentar la magnitud de tensión a los valores deseados para alimentar un circuito eléctrico.

Los transformadores tienen una amplia clasificación, las principales son: por numero de fases (monofásicos o trifásicos), medio refrigerante en aceite (figura 5.) o aire (figura 6.), regulación (fija, variable con o sin carga) y por la forma de su núcleo (acorazado, columna, radial, etc).



- | | |
|--------------------------|---|
| 1: Núcleo | 2: Devanados |
| 3: Cuba o tanque | 4: Aletas de refrigeración |
| 5: Aceite | 6: Depósito de expansión |
| 7: Aisladores pasantes | 8: Junta |
| 9: Conexiones | 10: Nivel de aceite |
| 11: Termómetro | 12: Termómetro |
| 13: Grifo de vaciado | 14: Grifo de vaciado y toma de muestras |
| 15: Conmutador de tomas | 16: Relé Buchholz |
| 17: Anillas de elevación | 18: Desecador de aire |
| 19: Tapón de llenado | 20: Puesta a tierra |



Partes Constitutivas

- Terminales Fases Devanado Primario
- Terminales Fases Devanado Secundario
- Terminal de Neutro
- Dispositivo para izar
- Cambiador de derivaciones
- Terminal puesta a tierra
- Dispositivo para termómetro (a solicitud del cliente)
- Placa de características
- Ruedas orientables a 90°

Figura 5. Transformador en aceite

Figura 6. Transformador seco

Fuente catalogo Allbiz

- Seguidor de líneas eléctricas

Permite reconocer un circuito hacia el breaker o centro de carga que lo alimenta. El equipo permite reconocer líneas energizada, hasta un máximo de 300 voltios, y de 300 metros de distancia del alcance de la señal. Consta de un emisor y un receptor figura 11.



Figura 11. Seguidor de líneas eléctricas

- Supervisor de fase

El supervisor de fase se configuró para mediciones de banco de transformadores con conexión estrella en baja tensión voltaje 240 trifásico frecuencia 60 Hz, las puntas y amperímetros que permiten la medición de los siguientes parámetros:

- Voltaje de línea: V_{ab} , V_{bc} y V_{ca} ;
- Corriente de fase: I_a , I_b e I_c ;
- Potencia activa;
- Potencia aparente y;
- Factor de potencia.



Figura 12. Supervisor de fase

El monitoreo mínimo para un análisis de carga es de 6 días consecutivos, es decir el tiempo que estará instalado monitoreando o tomando lectura cada 15 minutos

- Amperímetro de gancho

Es un equipo de medición de corriente eléctrica que permite tomar lectura por medio de una pinza que se abre para rodear el conductor, quedando dentro de un anillo que se forma al cerrar la pinza, sin tener la necesidad de desconectar el conductor.

2.2. CONDICIONES LEGALES

En varios países del mundo las instalaciones del sistema eléctrico en edificios y residencias, desde su acometida ya sea baja o media tensión deben cumplir y guiarse bajo normas o lineamientos legales de construcción que aumentan la seguridad y el funcionamiento correcto del sistema eléctrico. Cumpliremos las

disposiciones legales nacionales sobre instalaciones eléctricas y su infraestructura en media y baja tensión. Se citará literalmente las normas eléctricas, para no dejar lineamientos fuera de la redacción por interpretación personal.

2.2.1 NATSIM (2012) (Norma de Acometidas Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad).

Natsim capítulo 14.- Cuartos para Transformadores

- **Requerimientos:** Si la demanda total de cualquier inmueble excede a 30kw el proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado a alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores particulares. También será responsable de proveer sus respectivos equipos de protección y accesorios.

Por razones de seguridad, los cuartos de transformadores son de acceso restringido a personal calificado y no podrán ser utilizados para ningún otro fin de albergar a los transformadores. En caso de que se requiera como protección una celda de media tensión, ésta podrá ser ubicada en un ambiente adyacente, pero separado por una pared de mampostería, del cuarto de transformadores.

- **Ubicación:** Estará ubicado a nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio de fácil y libre acceso desde la vía pública, de manera que permita al personal del distribuidor realizar inspecciones o reparaciones de emergencia a los transformadores.

Por razones de seguridad no se permitirá la ubicación total, ni parcial, de cuartos eléctricos de transformadores sobre losas de cisternas, ni junto a depósitos de combustibles.

- **Características Constructivas:** El cuarto de transformadores será construido con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado. Con una altura libre mínima de 2.5 mts.

diseñada para soportar una carga máxima de acuerdo a su utilización como se detalla en la tabla No1.

DIMENSIONES DEL CUARTO	CAPACIDAD TRANSFORMADORES MONOFASICOS
2.0X2.0m	Hasta 75 KVA (1 solo transformador monofásico)
2.0x2.5m	100 KVA (1 solo transformador monofásico)
3.0x2.5m	Hasta 150 KVA (banco de 2 o3 transformadores monofásicos)
4.0x3.0m	Hasta 300 Kva (banco de 3 transformadores monofásicos)
5.0x3.5m	Hasta 750 Kva (banco de 3 transformadores monofásicos)
6.0x3.5m	Hasta 1000kva (banco de 3 transformadores monofásicos)

Tabla 1. Dimensiones del Cuarto vs Capacidad Transformadores
Fuente: NATSIM (2012) pág. 40

- Mantenimiento: Una vez suministrado el servicio definitivo, los cuartos de transformadores serán sellados por el distribuidor en la puerta de ingreso a dicho cuarto;
- Ductos de Entrada a Cuartos de Transformadores: La canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería rígida, aprobada para uso eléctrico con un diámetro de 3” para sistemas monofásicos, y de 4” para sistemas trifásicos;
- Centro de Distribución de Carga: Cuando luego del análisis técnico respectivo sea necesario crear un centro de distribución de carga, para instalar equipos de media tensión en el edificio que solicite el suministro del servicio eléctrico, del Distribuidor exigirá la habilitación de un cuarto para su uso exclusivo, el mismo que estará ubicado a nivel de planta baja con facilidades de acceso desde la vía pública,

cuyas dimensiones y numero de ductos a incorporarse al diseño de la obra serán determinados por el Distribuidor.

Natsim capítulo 15.- Transformadores

El Distribuidor suministrará e instalará sus transformadores en un sistema de distribución, para Consumidores con una demanda de hasta 30KW, siempre que no se encuentren ubicados en urbanizaciones o lotizaciones donde existan situaciones especiales como las mencionada en el numeral 14.1. Si la demanda excede de 30KW, el consumidor suministrará e instalará sus propios transformadores dentro de un cuarto habilitado para el efecto, cuya capacidad, voltajes de primario, secundario y tipo de conexión se especificará en el diagrama unifilar del proyecto eléctrico que se presentará al distribuidor para su aprobación. Si se considera la instalación de un banco de transformadores, cada unidad monofásica que lo conforma será del tipo convencional y apropiado para ser utilizado en un sistema eléctrico de 13800Y/7977 voltios en el lado primario y 120/240 voltios en el lado secundario, con derivaciones de 2.5% arriba y abajo de su voltaje nominal.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto se basará en el campo técnico, el mismo que estudiará el comportamiento de cargas operativas y se realizará un levantamiento del estado físico y cargabilidad de los paneles principales de distribución hasta los paneles auxiliares de distribución del Edificio Principal de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por lo tanto se tendrá resultados cualitativos y cuantitativos, que permitirá conocer la magnitud máxima de la carga operativa y a qué hora se produce . Para conseguir lo antes dicho fue necesario realizar los siguientes trabajos:

- Se procede a instalar un supervisor de fase en el secundario del transformador configurado para conexión estrella, realizando mediciones cada 15 minutos por un tiempo de 6 días continuos, al finalizar los seis días, obtenemos una tabla con los valores de medición de: voltaje línea - línea, corriente de fase, potencia aparente, potencia activa y el factor de demanda;



Figura 13. Supervisor de Fase

- Para la elaboración del proyecto y precautelar que el sistema eléctrico de media y baja tensión están dentro de los parámetros técnicos, se utiliza las normas NEC y NATSIM que aplica a todas las instalaciones eléctricas en general.

- El levantamiento del panel principal hasta los paneles auxiliares, nos permitirá conocer o identificar el breaker que alimenta cada panel auxiliar y cual o cuales fases lo alimenta y cuanto de carga se presenta. Para el reconocimiento de los paneles auxiliares hacia su breake de alimentación ubicado en el panel principal fue necesario adquirir un seguidor de línea, que facilita un 90% la identificación del breaker, permitiendo no interrumpir las funciones laborables de los empleados, docentes y estudiante dentro del Edificio Principal, Junto a la información del supervisor de línea se podrá tomar la decisión, si el sistema eléctrico necesita un balance de carga por fase. Adicional el estado de los paneles o centros de carga de cada piso.

- Se empleará herramientas informáticas de diseño asistido por computadora AUTOCAD, Excel. Estas herramientas nos servirá para realizar el dibujo del diagrama unifilar de los siguientes puntos:
 - i. Acometida de media tensión.

 - ii. Implantación de la ubicación física de los paneles.

 - iii. Acometida en baja tensión hasta los paneles auxiliares.

 - iv. Graficas de la variación de voltaje, corriente potencia y factor de potencia.

 - v. Tabla de presupuesto de material y horas hombre, que se necesitará para el plan de mejora de los puntos que lo requiera.

- Al conocer la potencia máxima que registra el edificio se conocerá si el sistema eléctrico del Edificio Principal, posee flexibilidad para un aumento de carga futura y si mantiene el factor de potencia óptimo con tendencia a la unidad o no menor a 0.92 que es el valor mínimo que

exige la Empresa Eléctrica de Guayaquil. Adicional conocer si el auto generador de combustión interna a diesel no esté a plena carga ;

- Se presentará un presupuesto de mejoras, donde el sistema eléctrico del edificio lo amerite.

3.2. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Bibliográfico: se basará en la recaudación de información mediante normas, datos estadísticos y publicaciones en internet.

Documental: se tomaron fotografías de toda la parte eléctrica del edificio principal de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

De campo: Se realizará visitas al edificio principal de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil las cuales nos proporcionará información para realizar el proyecto.

3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación Exploratoria

“La investigación exploratoria es un diseño de investigación cuyo objetivo principal es reunir datos preliminares que arrojan luz y entendimiento sobre la verdadera naturaleza del problema que enfrenta el investigador, así como descubrir nuevas ideas o situaciones”. (Stella Domínguez, Marzo 2011).

En primera instancia se solicitó autorización a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil para visitar sus instalaciones en el edificio principal.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES	Enero				Febrero			
	1 era	2 da	3 era	4 ta	1 era	2 da	3 era	4 ta
1. Identificación panel auxiliar 1era planta.		X	X					
2. Identificación de panel auxiliar 2DA planta.			X	X				

3. Identificación de panel auxiliar 3era planta.					X			
4. Identificación de panel auxiliar 4ta planta.					X	X		
5. Identificación de panel auxiliar planta baja						X		
6. Identificación de breaker principal de los paneles auxiliares, en el P.P.D.							X	X
7. Medidas del cuarto de transformadores							X	
8. Edición de tesis							X	
9. Elaboración de plan de mejoras o correcciones								X
10. Presentación de la tesis en la Universidad de acuerdo con las normas vigentes.								

Tabla 4. Desarrollo de Actividades

3.4. INVERSIÓN

El presupuesto invertido en herramientas para cumplir los objetivos se detalla en la tabla:

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS		
Cantidad	Descripción	Valor
1	Multímetro Digital	\$ 30,00
1	Seguidor de línea	\$ 180,00
1	Supervisor de fase (alquiler)	\$ 250,00
SUBTOTAL		\$ 460,00
VARIOS		
Materiales para impresión		\$ 55,00
Transporte		\$ 45,00
SUBTOTAL		\$ 100,00
TOTAL		\$ 560,00

CAPITULO IV

ACOMETIDA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

4.1. ACOMETIDAS DE MEDIA TENSIÓN

Recorrido de la acometida de media tensión

La gráfica del diagrama unifilar de media tensión, nos permite tener una idea más clara de la acometida de las líneas de media tensión.

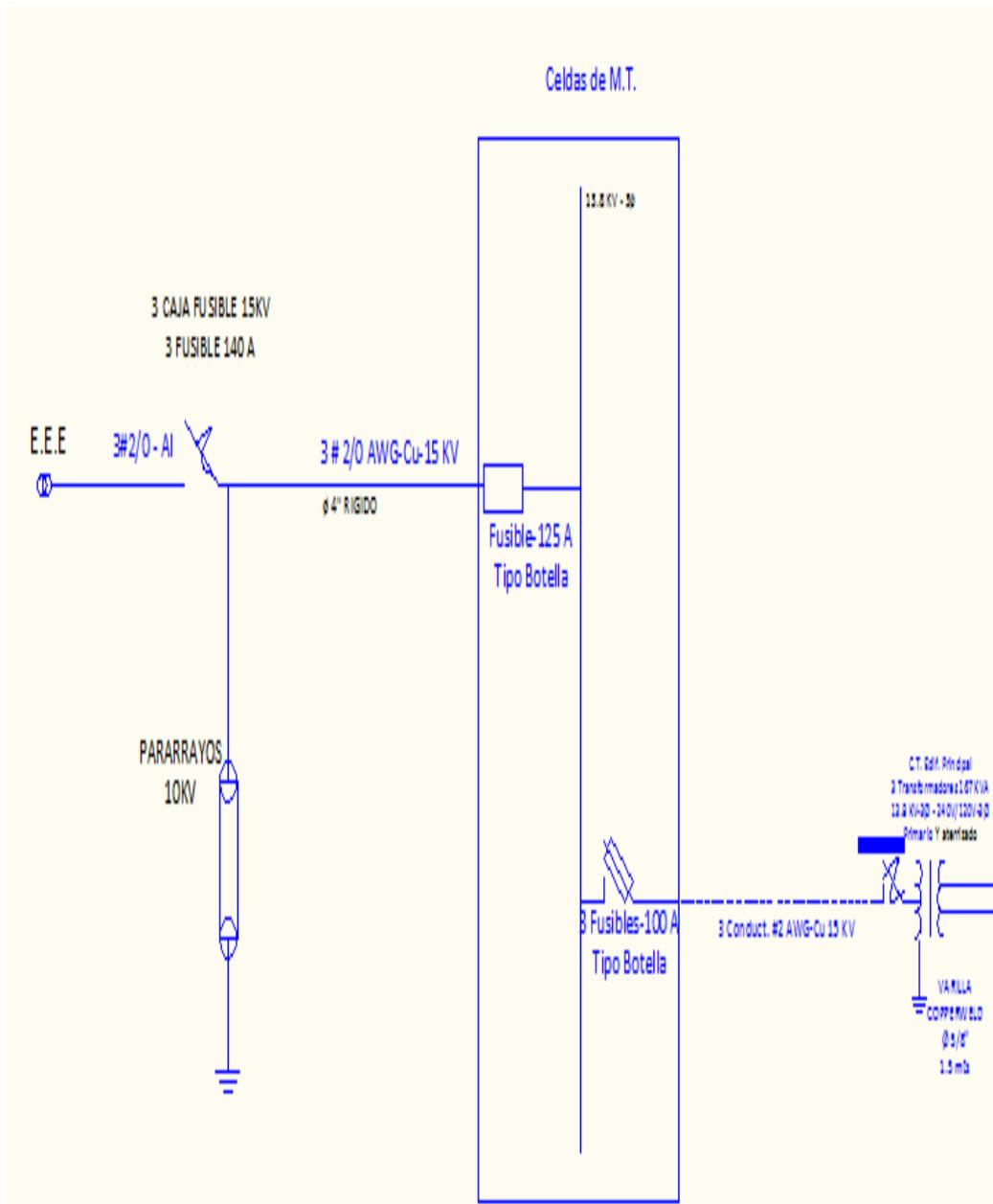


Gráfico 1. Media tensión

Inicia en el último poste ubicado atrás de la oficina de bienestar estudiantil, donde se visualiza el medidor de consumo, la acometida aérea pasa a ser subterránea recorriendo 30 mts de longitud, por medio de una ruta en zigzag, contando con tres caja de paso, para llegar al armario de celdas donde se deriva hacia las diferentes subestaciones de la universidad, en el caso del Edificio Principal le corresponde la segunda celda. Partiendo de la celda por medio de un canal subterráneo recorriendo 9,10mts desde la celda hasta llegar a las cajas porta fusibles de 15kv con fusible de 100 amperios en cada fase y está ubicados por encima del banco de transformador, terminando en la conexión de los bushings de alta de cada transformador, en la (tabla 5) se detalla la capacidad de los transformadores, fusibles y conductores del primario, la figura 14 se visualiza el banco de transformadores.

UBICACIÓN:	EQUIPO	TIPO DE FUSIBLE	CAPACIDAD	CANTIDAD	PROTECCIÓN PRIMARIO	CONDUCTOR PRIMARIO
CUARTO DE TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR # 1	BOTELLA	167-KVA	1	3C.F. 100 A	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 9.10 m. Subt.
CUARTO DE TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR # 2	BOTELLA	167-KVA	1		
CUARTO DE TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR # 3	BOTELLA	167-KVA	1		
			N° TRANSFORMADO RES...	3		

Tabla 5. Capacidad de transformadores, fusibles y conductores



Figura 14. Banco de transformadores

4.1.1. Descripción visual del área de celdas de media tensión

Está ubicado detrás del edificio principal junto al cuarto de transformadores, como se visualiza en la figura 15 y 16.



Figura 15. Área de celdas de Media Tensión



Figura 16. Área de celdas de Media Tensión

Las dimensiones del área de celdas de media tensión están detalladas en la tabla 6:

Descripción	Largo	Ancho	Altura
Cuarto	6,60 mts	4,70mts	3 mts
Puerta		1,37 mt	2,70

Tabla 6. Dimensiones del área de celdas de media tensión

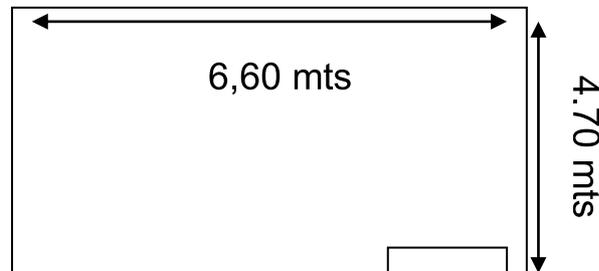


Gráfico 2. Dimensiones del área de celdas de media tensión

El cuarto donde están ubicadas las celdas de media tensión, está conformado por:

- ◆ Las celdas seccionadoras;
- ◆ Panel de transferencia;
- ◆ Generador eléctrico de combustión interna;
- ◆ Tanque de plastigama de 50 galones a una distancia de 0.60 mts de las celdas seccionadora;
- ◆ Batería de 24 voltios al ras del piso junto al generador eléctrico;

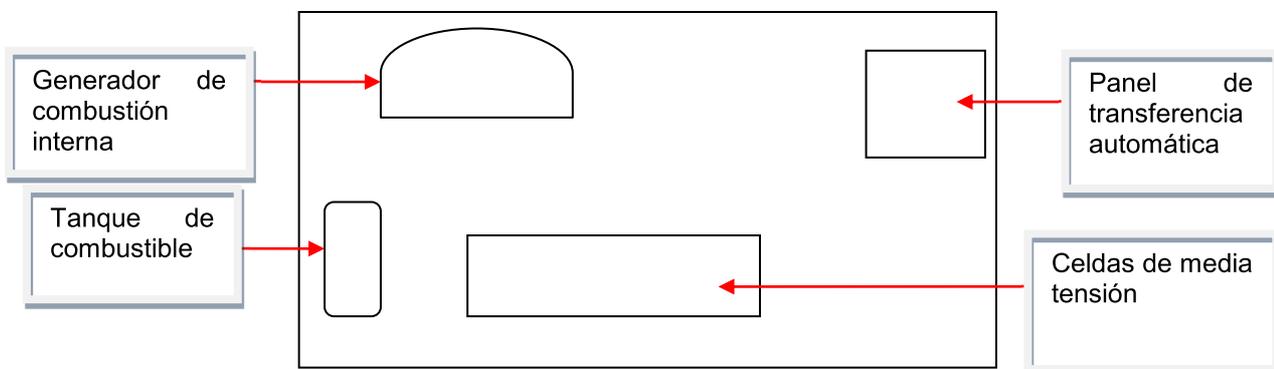


Gráfico 3. Área de Celdas

- Las luj
- Ventilación natural, las paredes son de rejas o mallas metálica y;
- La puerta es corrediza hacia la derecha con vista de salida del cuarto.

- Las barras de las celdas de Media Tensión poseen una capacidad de carga especificado en la tabla 7.

Nivel de carga	Amperaje de barras
	630 amp

Tabla 7. Nivel de cargas



Figura 17. Armarios de media tensión

- El armario cuenta con tres celdas, nombrando de izquierda a derecha con vista frontal, están asignadas de la siguiente manera:
 - Primera celda alimenta a: Facultad de Derecho, Pastoral, Arquitectura, Economía, Medicina, Ingeniería y Odontología. Su fusible seccionador es de 100 amperios;
 - Segunda celda alimenta al Edificio Principal y la Facultad de Filosofía, sus fusibles seccionados son de 100 amperios y;
 - Tercera celda alimenta a: Empresarial, CEYS, Facultad Artes y Humanidades, Facultad Técnica, Canal Tv y Centro de Computo. Su fusible seccionador es de 100 amperios.

Consideraciones de la Acometida de Media tensión

- La acometida de media tensión está dentro de los parámetros, que las normas NATSIM CAP.16 Y NEC-10 CAP.2.5 exige por seguridad y eficiencia energética;

- Las celdas de media tensión solo debe compartir espacio con sistemas eléctrico, es decir paneles eléctricos y transformadores pero cumpliendo con la norma de NEC-10 CAP.5.2.

Su fusible principal es de 125 amperios, la celda para el Edificio Principal de la UCSG es el armario número 2.

4.2. CUARTO DE TRANSFORMADOR

4.2.1 Condiciones del cuarto de transformador

- Está ubicado en la parte posterior del edificio principal, ingresando por el corredor que está a un lado del centro de información como se observa en las figura 18 y 19.



Figura 18. Cuarto de Transformador

Figura19. Acceso al cuarto de transformador

- Las dimensiones del cuarto de transformador son detalladas en la tabla 8 y grafico 4:

Descripción	Largo	Ancho	Altura
Cuarto	4,30 mts	4,10 mts	3 mts
Puerta		1,00 mt	2,10

Tabla 8. Dimensiones del cuarto de transformadores

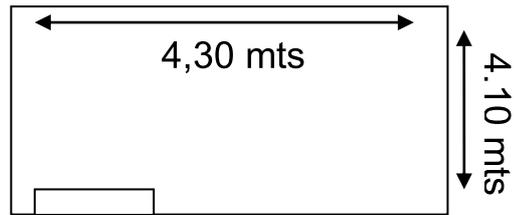


Gráfico 4. Dimensiones del cuarto de transformador

- El banco de transformadores tiene una capacidad de 5001KVA, y está conformado por tres transformadores convencionales con capacidad de 167KVA (figura 20). Están elevados por una contra losa de una altura de 10cm

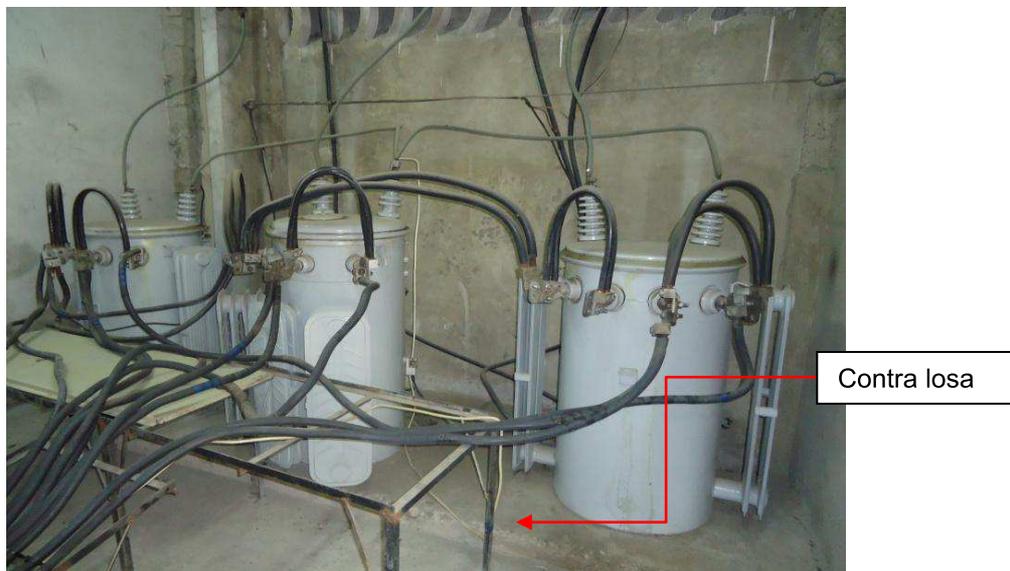


Figura 20. Banco de transformadores

- Ventilación forzada (extractores y ventiladores de aire) y natural (tragaluces) a una altura de 2.50mts;
- Luminaria de 2 tubos de 32 watos cada uno y;
- Panel principal de distribución está ubicado frente al banco de transformadores, dentro del cuarto (figura 21).



Figura 21. Panel de Distribución Principal

4.2.2 Observaciones del cuarto de transformador.

- En dimensiones y ubicación, el cuarto de transformadores cumple con la norma NATSIM del Capítulo 14;
- La dimensión de la puerta debe ser modificada por 1,40 metros de ancho, como lo indica la norma NEC 10 Capítulo 3. Esto permitirá tener facilidad de retirar los transformadores cuando el caso lo amerite por un mantenimiento o sean reemplazados, además una renovación del panel principal, con supervisor de fase, que permita llevar registro de voltaje y amperaje por fase;
- La electrocanaleta metálica artesanal, es necesario retirarla y realizar una modificación de la acometida de baja tensión porque no cumple con la norma NEC 10 Cap. 5, es un elemento que aumenta la posibilidad de accidentes al estar a la mitad del cuarto de transformadores, dificultando la movilidad cuando se realice un trabajo de mantenimiento o inspección.

4.2.3 Análisis de capacidad de carga del banco de Transformadores

El banco de transformador instalado tiene las siguientes características eléctricas observadas y medidas:

- Conexión estrella en el primario;
- Conexión estrella en el secundario;
- Voltaje primario 13.8KV trifásico;
- Voltaje secundario 230V trifásico y;
- Potencia nominal 501KVA;
- Neutro aterrizado en el secundario.

Mediante un supervisor de fase, instalado por 6 días con registro de lectura de cada 15 minutos, se identificó el máximo y mínimo de potencia instalada operativa como lo detalla la tabla 9.

Carga instalada operativa	
Máximo	300,942871KVA
Mínimo	19,543676 KVA

Tabla 9. Potencia instalada operativa

El banco de transformadores está trabajando al 60 % de su capacidad nominal (501KVA), es decir cuenta con un 40% (200,06 KVA) de flexibilidad del sistema eléctrico del Edificio principal.

El monitoreo de la carga instalada varía de inactiva a operativa, esta variación se observa en la grafica 5 hasta la grafica 11 en función del tiempo vs potencia. Los valores máximos y mínimos de potencia activa y aparente se detallan en la tabla 10 hasta la tabla 16.

- Potencia Activa: KW.
- Potencia Aparente: KVA

Martes 19 de noviembre 2013

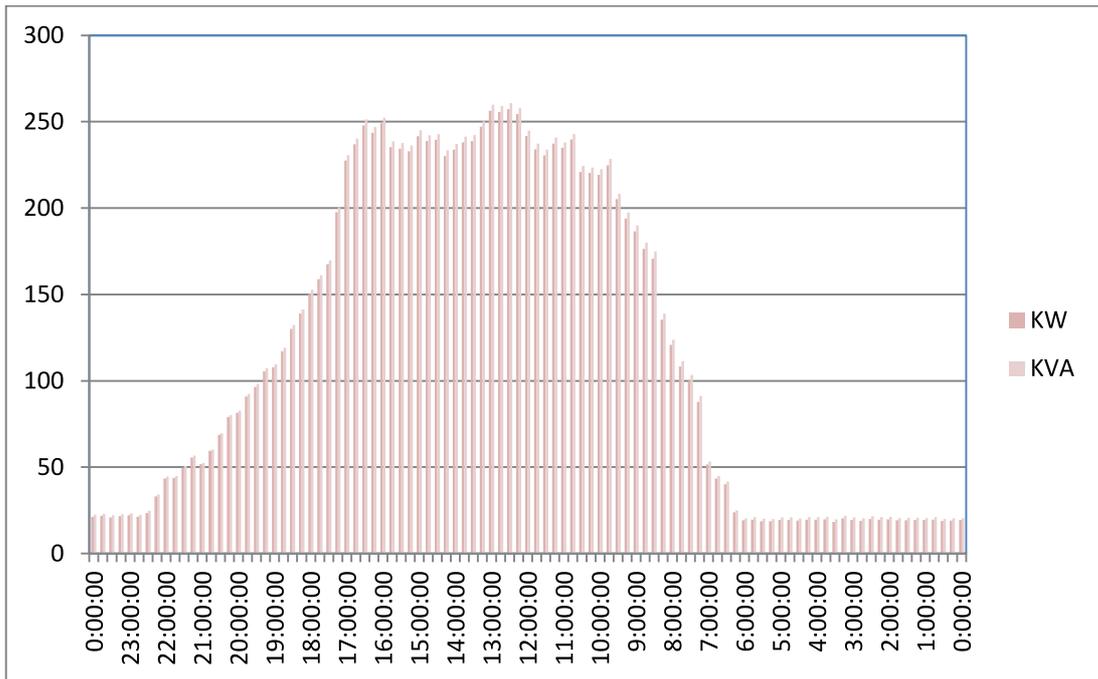


Gráfico 5. Potencia activa KW

Rango	Potencia activa
Máximo	257,17
Mínimo	18,34

Tabla 10. Potencia activa

Lunes 18 de noviembre del 2013

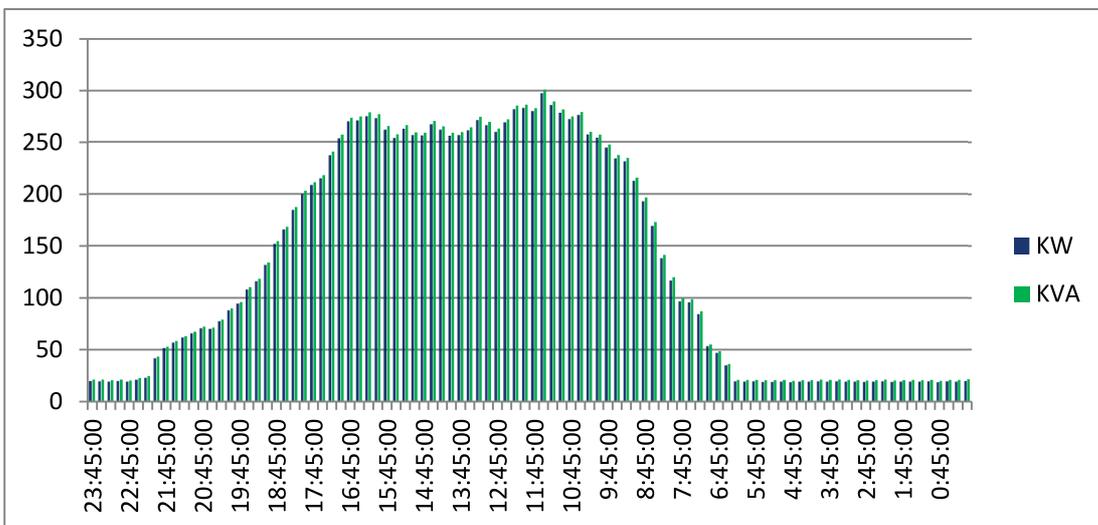


Gráfico 6. Kw vs KVA

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	296,91	300,94
Mínimo	18,71	19.94

Tabla 11. Potencia activa vs Potencia aparente

Domingo 17 de noviembre del 2013

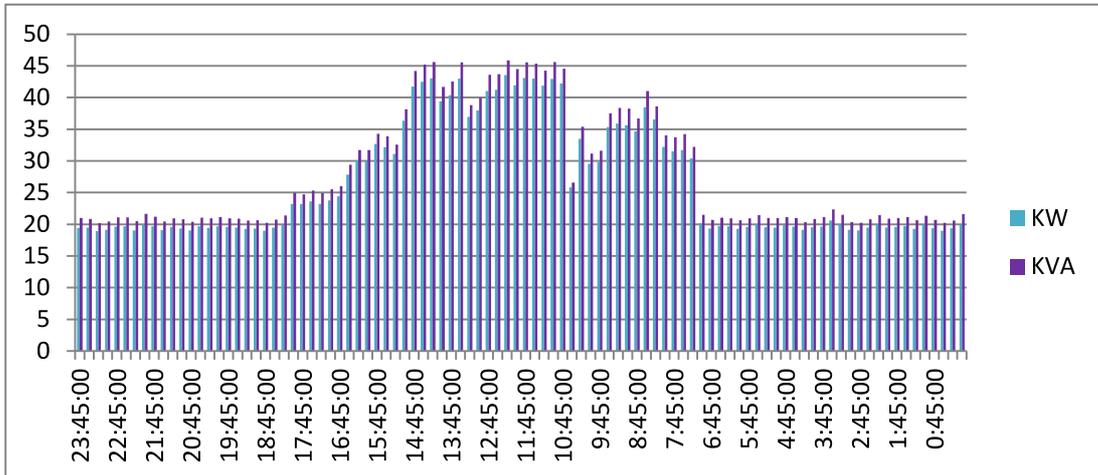


Gráfico 7. KW vs KVA 17 Nov 2013

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	43,51	45,84
Mínimo	18,91	20,16

Tabla 12. Potencia Activa y Aparente 17 Nov 2013

Sábado 16 de noviembre del 2013

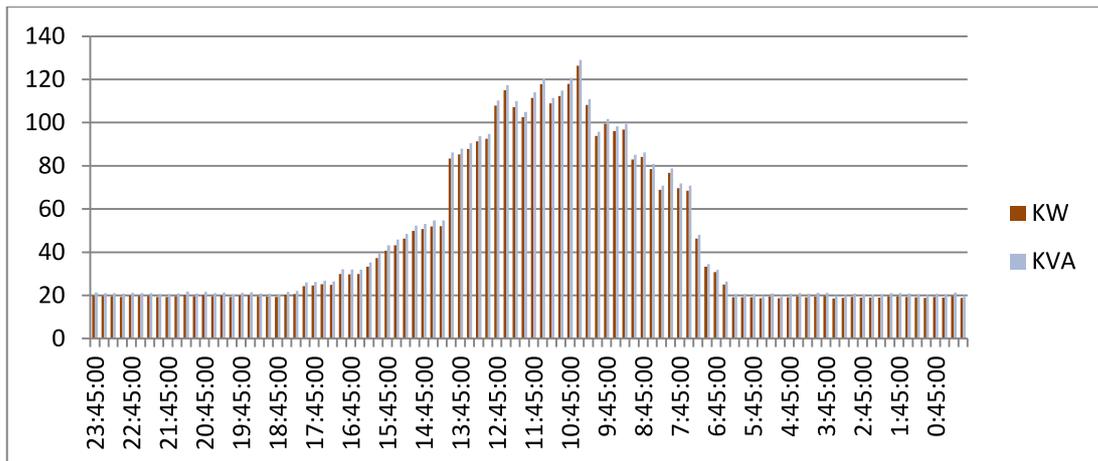


Gráfico 8. KW vs KVA 16 Nov 2013

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	126.41	129,05
Mínimo	18,48	19,95

Tabla 13. Potencia activa y aparente 16 Nov 2013

Viernes 15 de noviembre del 2013

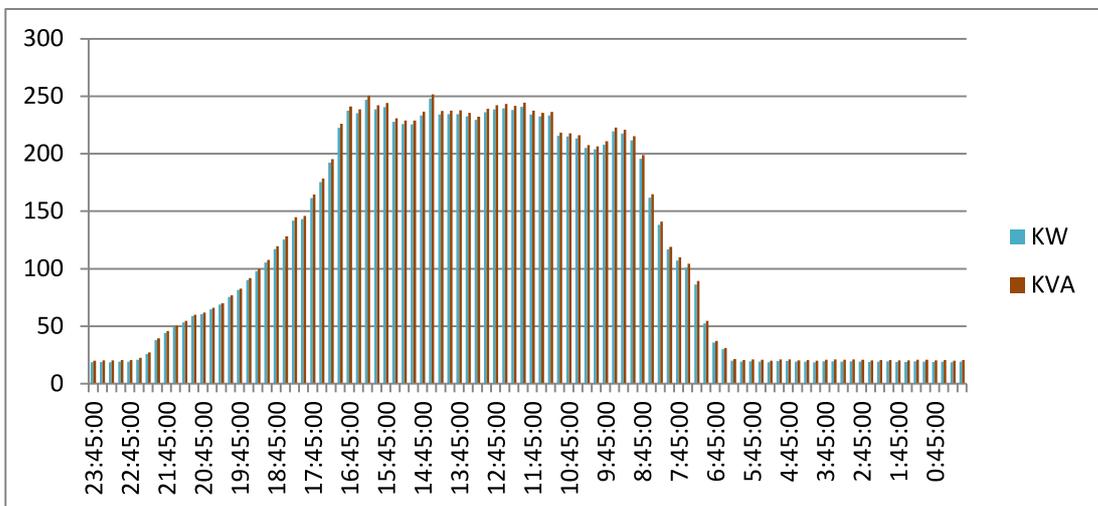


Gráfico 9. KW vs KVA 15 Nov 2013

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	248,11	251,64
Mínimo	18,70	20,04

Tabla 14. Potencia activa y aparente 15 Nov 2013

Jueves 14 de noviembre del 2013

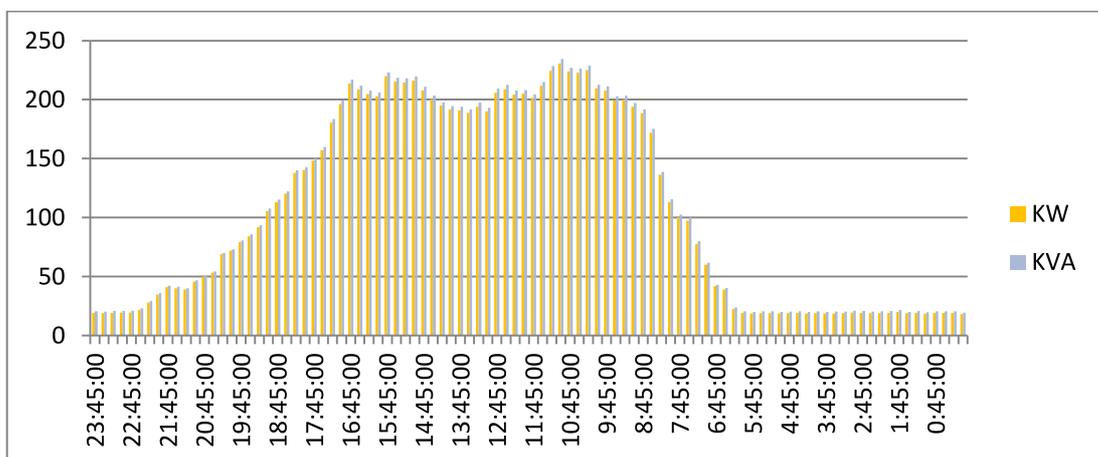


Gráfico 10. KW vs KVA 14 Nov 2013

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	230,76	234,36
Mínimo	18,27	19,54

Tabla 15. Potencia activa y aparente 14 Nov 2013

Miércoles 13 de noviembre del 2013

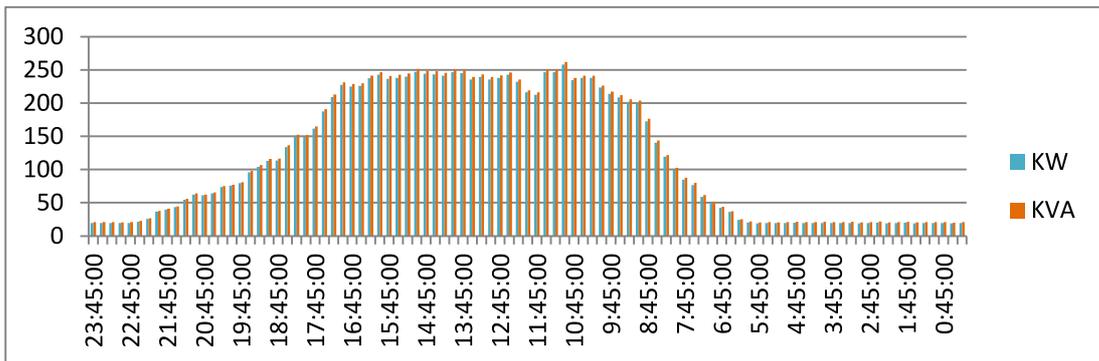


Gráfico 11. KW vs KVA 13 Nov 2013

Rango	Potencia activa	Potencia aparente
Máximo	258,18	261,89
Mínimo	18,60	20,13

Tabla 16. Potencia activa y aparente 13 Nov 2013

4.2.4 Análisis del factor de potencia

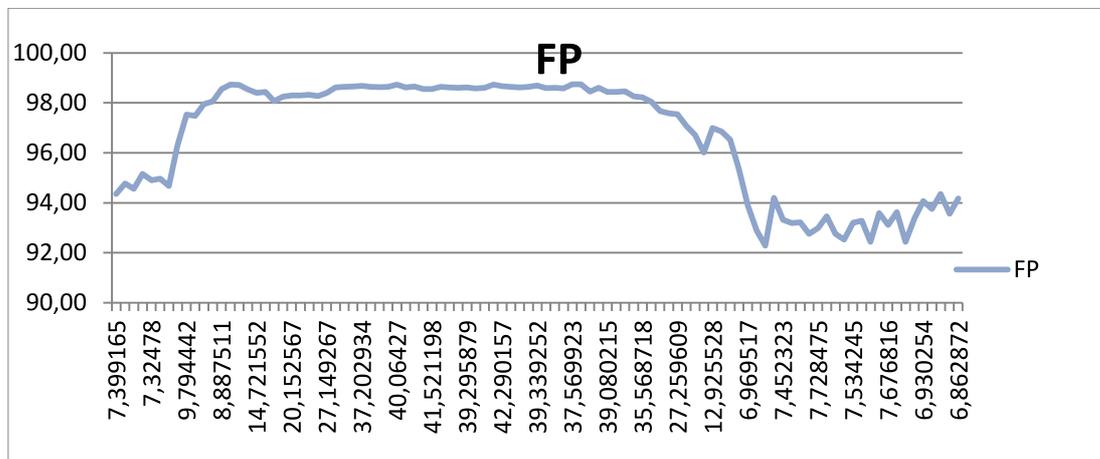


Gráfico 12. FP VS KVAR

Rango	Factor de Potencia	Potencia reactiva kvar
Máximo	98,72	40
Mínimo	92,28	6,99

Tabla 17. Factor de potencia y potencia KVAR

Al aumentar la carga o reducir la carga el factor de potencia varía entre 0.98.-0.92, por lo tanto se mantiene dentro de los límites exigidos por la Empresa Eléctrica. Como se muestra en la gráfica 12:

El edificio principal presenta un óptimo punto de equilibrio, es decir que la mayor parte de la energía eléctrica es aprovechada de forma eficiente, adicional el sistema de climatización que es la carga inductiva, su funcionamiento es eficiente. La tendencia es llegar a la unidad pero dicho valor es imposible porque desde el momento de tener por lo menos una carga inductiva reduce el factor de potencia adicional aunque toda la carga sea resistiva no toda la energía eléctrica se convierte en energía productiva siempre existirá la pérdida de energía por calor por el propio funcionamiento de los equipos.

4.2.5 Mediciones de voltaje y corrientes en el secundario del banco de transformadores

Las mediciones realizadas en la salida del banco de transformadores del edificio principal, fueron por intervalos de 15 minutos durante 6 días, facilitando conocer los picos máximos y mínimos de voltaje y corriente por la variación de funcionamiento de las cargas eléctricas y electrónicas instaladas en el edificio, permitiendo identificar si el conductor de acometida del secundario hacia el panel principal es el calibre correcto o si necesita ser dimensionado. Las siguientes tablas 18 y 19 se especifican los valores de voltaje y corriente.

Voltaje de línea	Vab	Vbc	Vca
Máximo	226,20	226,30	224,94
Mínimo	204,57	205,34	202,76
Fecha/Hora del mínimo	13/11/2013 14:30pm	13/11/2013 14:30pm	13/11/2013 14:30pm

Tabla 18. Voltaje y Corriente

Corriente por fase	Ia	Ib	Ic
Máximo	900,15	609,97	1022,81

Mínimo	50,90	26,79	72,36
Fecha/Hora del máximo	18/11/2013 11:30am	18/11/2013 11:30am	11:30am

Tabla 19. Corriente fase

4.3. ACOMETIDA PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN.

4.3.1 Acometida.

La acometida de baja tensión de 240 voltios, parte desde el secundario del transformador hacia breaker principal del panel principal de distribución sobre una mesa electro canal como se observa en la (Figura 21).



Figura 21. Inicio de acometida baja tensión

Las líneas de la acometida poseen las siguientes características técnicas:

- Calibre THHN 500 MCM de cu;
- Capacidad de corriente 700 amperios
- Longitud del conductor por cada fase hasta el breaker principal 3.70 mtsy;
- Número de conductores por fase 2.

Las características del Breaker Principal son:

- 1200 amperios.
- 3 polos.

- 600 voltios.

4.3.2. Levantamiento de los Paneles de distribución

4.3.2.1. PANELES PRINCIPALES

En el Edificio principal existen 2 paneles principales de distribución denominados: PPD1 y PPD2.

1. El PPD1 está ubicado en el cuarto de transformadores como se observa en la figura 22.



Figura 22. PPD1

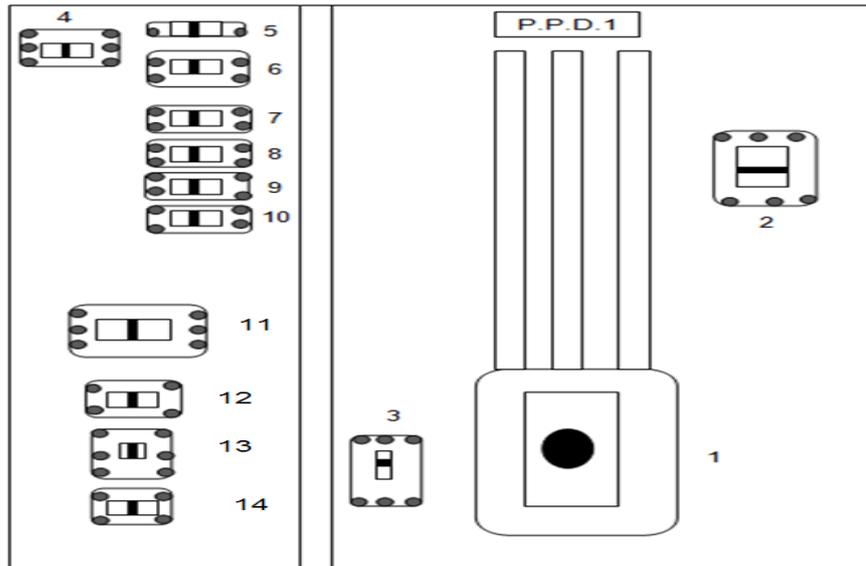


Gráfico 13. Seccionadores o breakers

A continuación se detalla en la tabla 20 los breakers o seccionadores del PPD1, teniendo en cuenta el orden asignado en el gráfico 13.

No breaker	CARGA	No polos	I _N Amp	Fase A amp	Fase B amp	Fase C Amp
1	Disyuntor principal	3	1200	900,15	609,97	1022,81
2	panel de transferencia P.D.T	3	500	301,2	151,2	385
3	P.D.A.9	2	200	76.1	48	64.3
4	P.D.A.8	3	150	63	51	72.3
5	iluminaria cuarto de celdas y trafos	1	30	8		
6	P.D.A.4	2	60	25.8		12
7	a/c PB	2	60	16.5	11.3	
8	a/c PB	2	50	18	20	
9	PDA1	2	50	17		22
10	PDA10	2	60		19	27
11	P.D.A.14	3	200	43	31	38
12	P.D.A.5	2	150	45		61.3
13	P.D.A.11	3	150	61	55	59
14	P.D.A.6	2	100	41		26

Tabla 20. Distribución deL PPD1

La alimentación del PPD1 inicia del secundario del banco de transformadores hacia el disyuntor principal de 1200 amperios.

2. El PPD2 está ubicado en un pequeño cuarto climatizado, compartiéndolo con las centrales telefónicas. La entrada al cuarto está junto a la entrada de recursos humanos en la planta baja del Edificio Principal. Se observa el panel en la figura 23.



Figura 23. PPD2

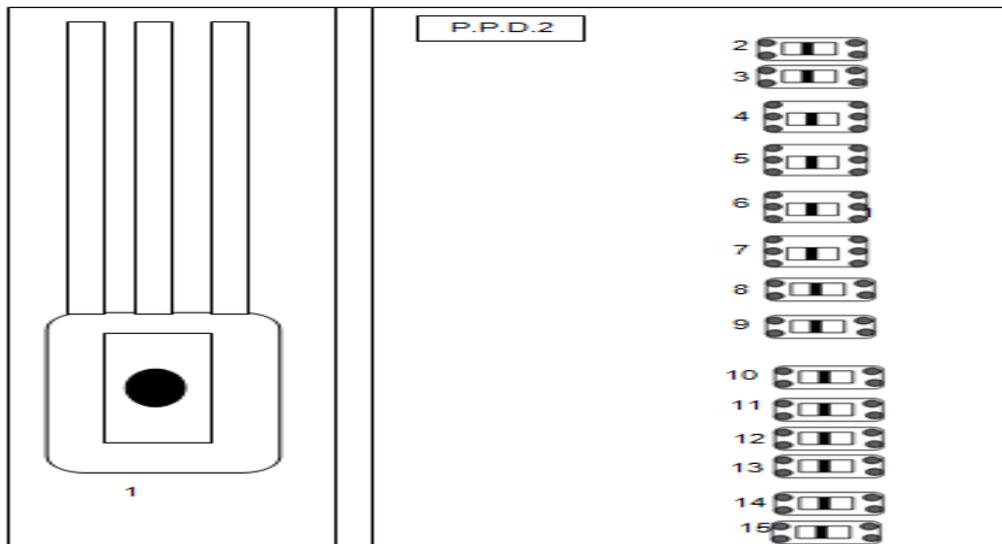


Gráfico 14. Seccionadores 2

En la tabla 21 se detalla la capacidad de los breakers, de acuerdo al orden asignado en el grafico 14.

No breaker	CARGA	No polos	I_N amp	Fase A amp	Fase B amp	Fase C Amp
1	Disyuntor principal	3	800	709,2	521	776,7
2	PDA16	2	70			

3	PDA17	2	125			
4	PDA15	3	250	95	94	62
5	PDA10	3	200	75	50	20
6	PDA13	3	150	30	55	18
7	PTA	3	150	25	12	31
8	PDA12	2	50	17		11
9	A/C P1					
10	A/C PB	2	50	3.3		4
11	A/C P2	2	50		2.3	3.1
12	PDA2	2	60	3	4.1	
13	PDA7	2	100			
14	PDA3	2	50	19,4		20,4
15	PDA23	2	30		6	7

Tabla 21. distribución del PPD2

La alimentación del PPD2 viene desde las barras de salidas del disyuntor principal del PPD1 hacia el disyuntor principal del PPD2.

4.3.2.2. PANELES AUXILIARES

Panel de Distribución Auxiliar A8 (PDA8)

- Está ubicado en el corredor del ala izquierda frente a la oficina del vicerrectorado académico.
- Fácil visualización de su ubicación pero dificultad para el trabajo de mantenimiento al estar suspendido fuera del corredor del primer piso



Figura 24. PDA8

Figura 25. PDA8 parte de frente

- No cumple con la norma NEC capítulo 6.4, es necesario un cambio de panel, presenta un peligro para las personas que recorren el pasillo, debido que sus puertas no cierran bien, y existen breakers fuera de su lugar.

Panel de Distribución Auxiliar A9 (PDA9)

- Está ubicado en el ala izquierda del primer piso a 4 metros del PDA1.
- Panel empotrado, fácil visualización y facilidad para el trabajo de mantenimiento.



Figura 26. Panel de distribución auxiliar A9

- Cumple con la norma NEC capítulo 6.4.

Panel de Distribución Auxiliar A10 (PDA10)

- Está ubicado en el corredor del ala derecha del 2do piso, junto a la puerta de ingreso del comedor como se observa en la foto;
- No cuenta con la tapa frontal del panel solo con la contratapa de seguridad como se observa en la figura 27;
- Ordenar de forma correcta los conductores que están a las salidas de los breakers de los centros de carga.



Figura 27. Panel auxiliar A10

- No cumple con la norma NEC-10 capítulo 6.4.

Panel de Distribución Auxiliar A11 (PDA11)

- Este localizado del lado derecho del 2do piso.
- Se encuentra estructuralmente óptimo en su funcionamiento (figura 28).



Figura 28. Panel auxiliar A11

- Permite una facilidad de trabajo para el mantenimiento o corrección de falla eventual
- Cumple con la norma NEC-10 capítulo 6.4

Panel de Distribución Auxiliar A12 (PDA12)

- Está ubicado en el ala derecha del 3er piso junto a la entrada de la sala de lectura, como se aprecia en la figura 29.
- EL PA12 se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento, los seccionadores o breakers no presentan anomalías (figura 30).



Figura 29. Panel de distribución auxiliar A12



Figura 30. Breakers PDA12

- Cumple con la norma NEC-10 capítulo 6.4

Panel distribución Auxiliar A13 (PAD13)

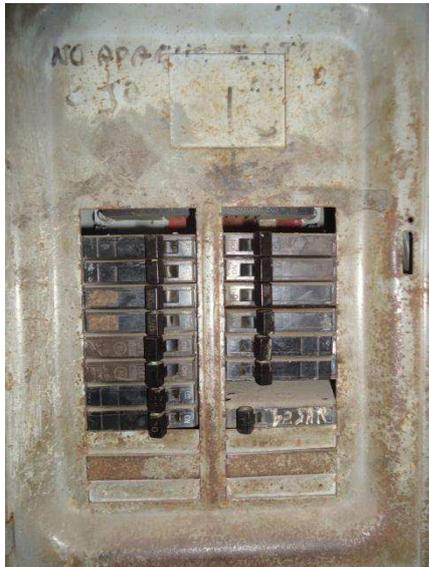


Figura 31. PAD13

- Está ubicado en el ala derecha del 3er piso junto a la entrada de la oficinas del ICAIM
- No se encuentran ordenados o agrupados los cables a la salida de los breakers del centro de carga figura 31.
- No cumple con la norma NEC capítulo 6.4

Panel de distribución Auxiliar A14-15 (PDA14-PDA15)

- Está ubicado en el lado izquierdo del 4to piso.
- Tienen alimentaciones independientes (figura 32).

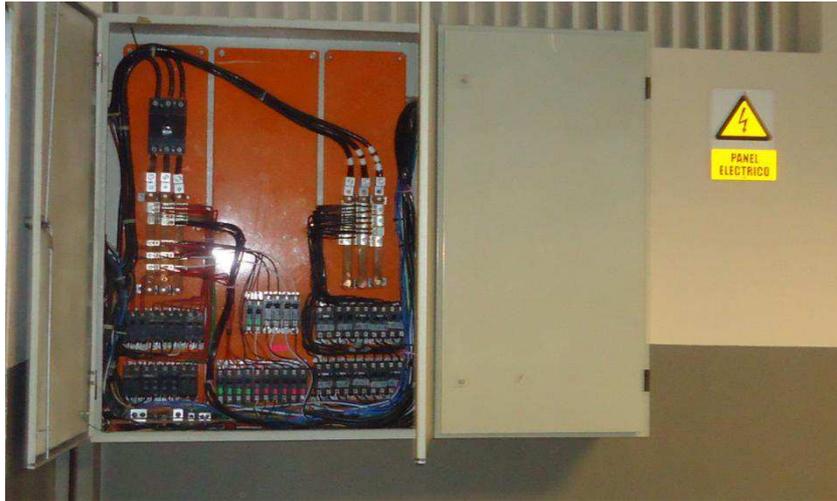


Figura 32. Panel de distribución auxiliar A14-15

- El espacio o dimensionamiento del panel permite la manipulación y facilidad para realizar el trabajo de mantenimiento o corrección a fallas.
- Cumple con la norma NEC capítulo 6.4

Panel de distribución Auxiliar A17 (PDA16)

- Está ubicado en el corredor del cuarto piso en el ala derecha
- Dividido en dos tableros continuos, cumpliendo la norma Nec-10 capítulo 6.4 (figura 33)



Figura 33. Panel de distribución A16

4.3.3. Disyuntores principales

El sistema eléctrico de baja tensión del Edificio principal cuenta con tres disyuntores principales que en la tabla 21 se detallan.

Ubicación	Polos	Corriente nominal I_N
PPD1	3	1200
PPD2	3	800
PPDT	3	400

Tabla 22. Disyuntores principales

4.3.4. Análisis del comportamiento de la carga total.

Por medio del supervisor de fases se realizó un monitoreo del comportamiento de la carga por 6 días, en las mediciones que realiza el supervisor de fase, se considera las siguientes variables: voltaje de línea y corriente por fase cada 15 minutos, obteniendo una tabla de valores con un rango considerable para calcular la flexibilidad del sistema, conocer las horas más críticas donde el sistema eléctrico está a plena carga, que está en los documentos de anexo.

Por medio de las gráficas de I (corriente de fase) vs VL-L (voltaje de línea), se visualiza, y analiza mejor el comportamiento de la carga eléctrica.

El monitoreo se inició el martes 13 de noviembre del 2013 y culmina el 19 de noviembre del 2013, por cada día se realizó tres gráficas, voltaje fase-fase (ab; bc y ca) versus corriente de fase (Ia; Ib e Ic).

Martes 19 de noviembre del 2014

- Los picos máximos de corriente se dieron a las 13:00.
- La caída de tensión se da entre las 13:45 PM – 16:45 PM independientemente entre líneas como se visualiza en las graficas 15 al 17 y se detalla los picos en la tabla 23.

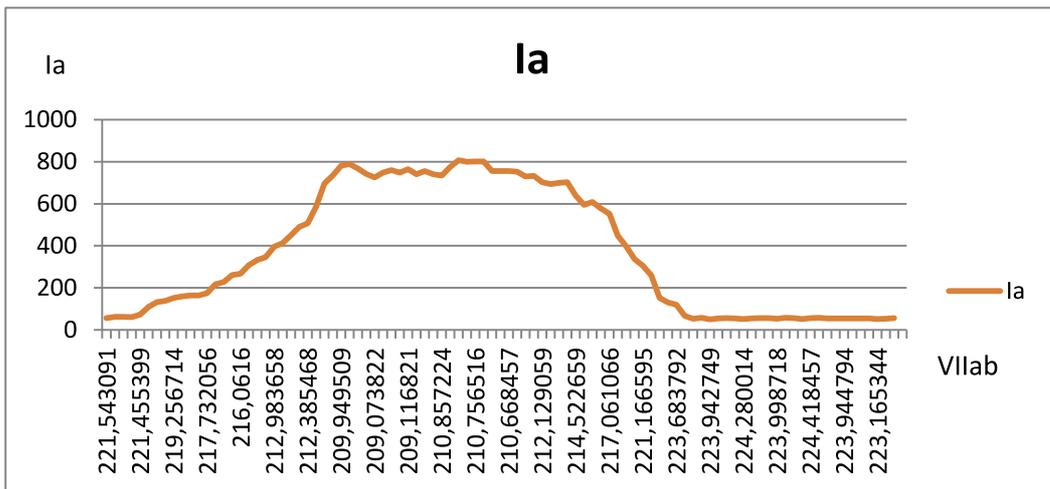


Gráfico 15. IA vs VL-Lab 19 Nov 2013

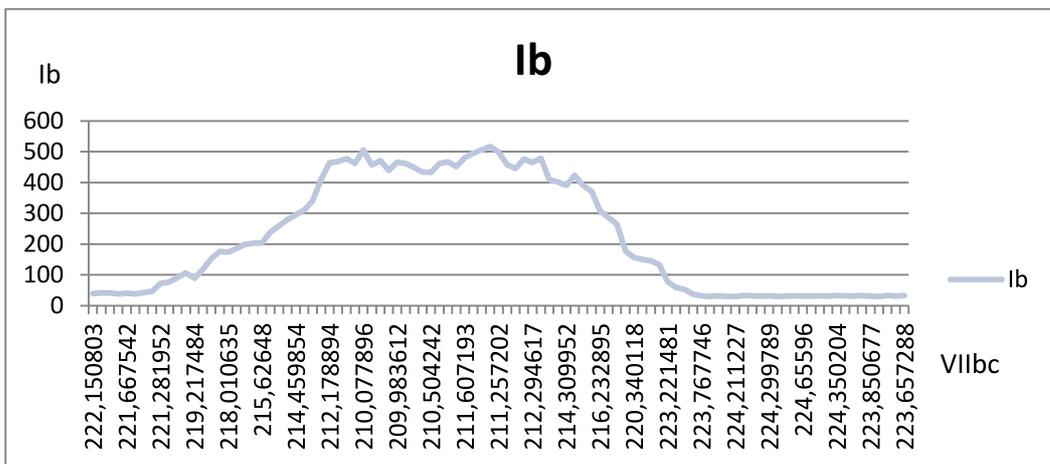


Gráfico 16. Ib vs VL-Lbc 19 Nov 2013

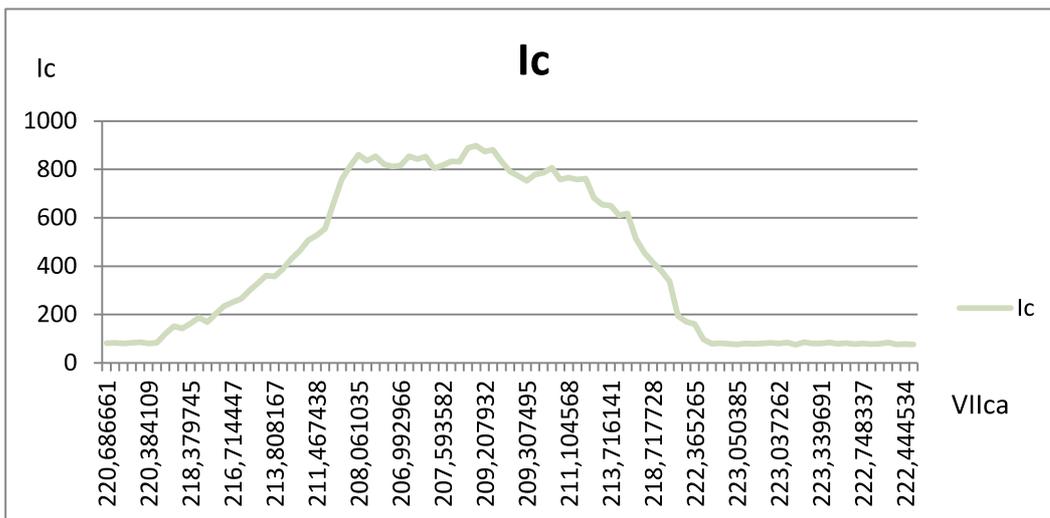


Gráfico 17. Ic vs VL-Lac 19 Nov 2013

la / VII	la	Ib	Ic	VIIab	VIIbc	VIIac
Máximo	807,12	516,26	898,39	224,53	224,65	222,88
Mínimo	50,90	29,34	74,72	209,18	209,92	206,99

Tabla 23. Ia/VII 19 Nov 2013

Lunes 18 de noviembre del 2013

- Los picos máximos de corriente se dieron a las 11:30am.
- La caída de tensión se da entre las 13:45 PM – 16:45PM independientemente entre líneas.
- Las magnitudes máximas y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 24.

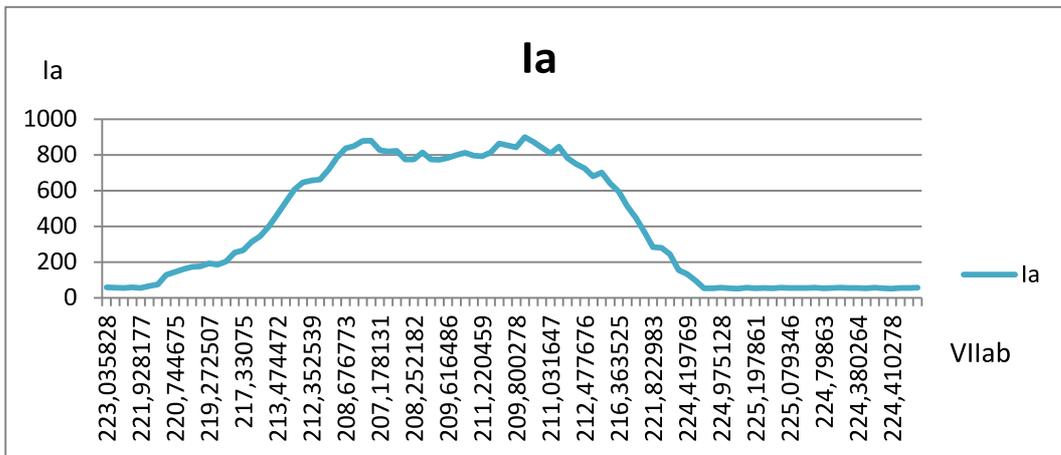


Gráfico 18. Ia vs VIIab 18 Nov 2013

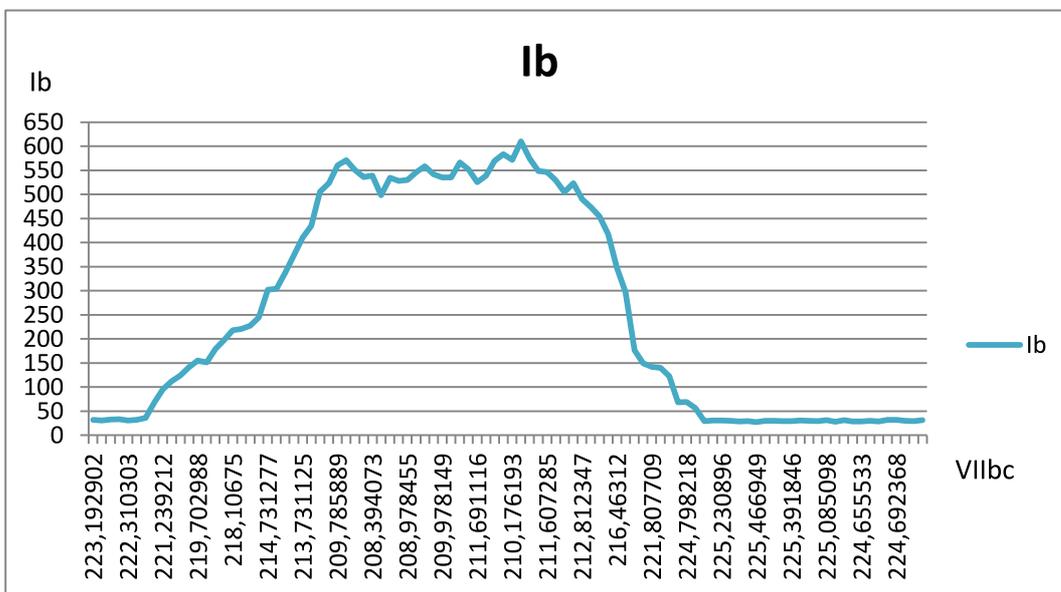


Gráfico 19. Ib vs VIIbc 18 Nov 2013

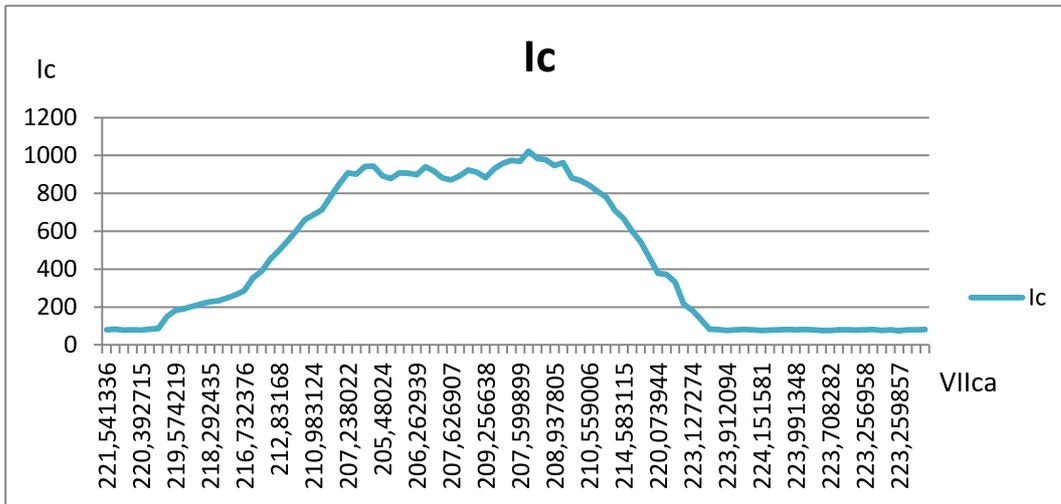


Gráfico 20. Ic vs Vca 18 Nov 2013

la / VII	la	lb	Ic	Vllab	Vllbc	Vllac
Máximo	900,15	609,97	1022,81	225	225,54	224,15
Mínimo	51,09	29,34	75,42	207,17	208,39	205,48

Tabla 24 Máximo y Mínimo 18 Nov 2013

Domingo 17 de noviembre del 2013

- Los picos máximos de corriente se dieron a las 11:00 AM – 14:45 PM independientemente entre fases.
- La caída de tensión se da entre las 11:45 AM.
- Las magnitudes máximas y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 25.

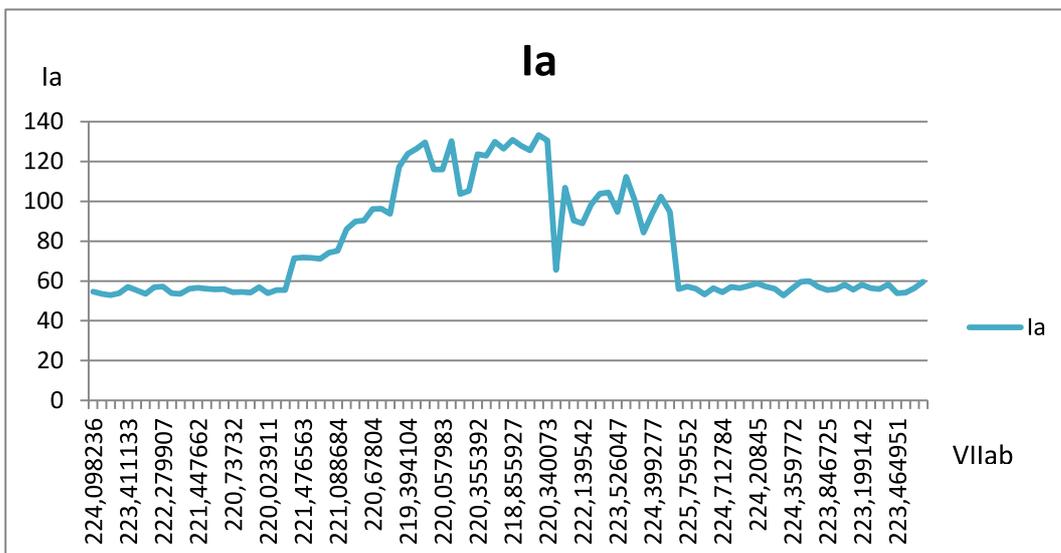


Gráfico 21. Ia vs Vllab 17 Nov 2013.

Elaborado por: Jaime Jiménez

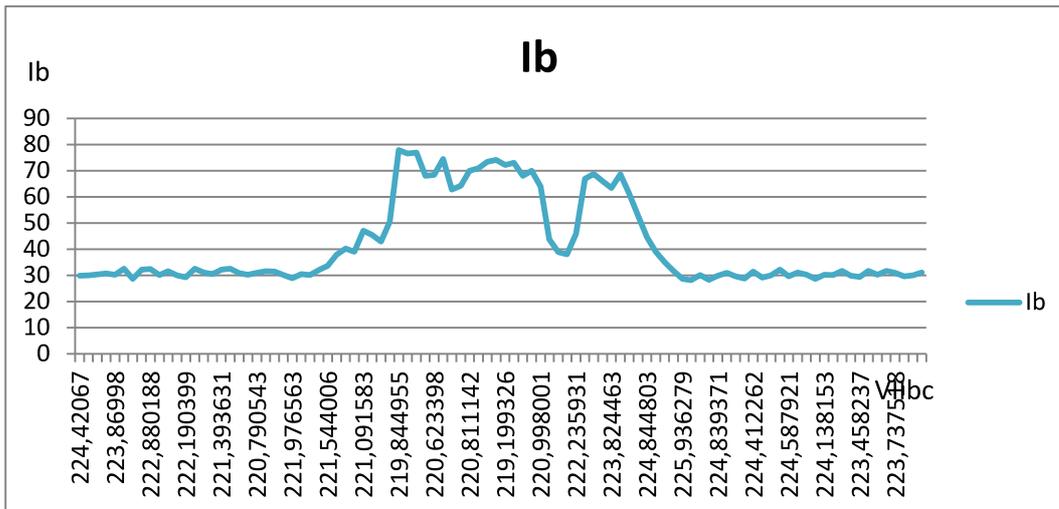


Gráfico 22. lb vs VIIbc 17 Nov 2013

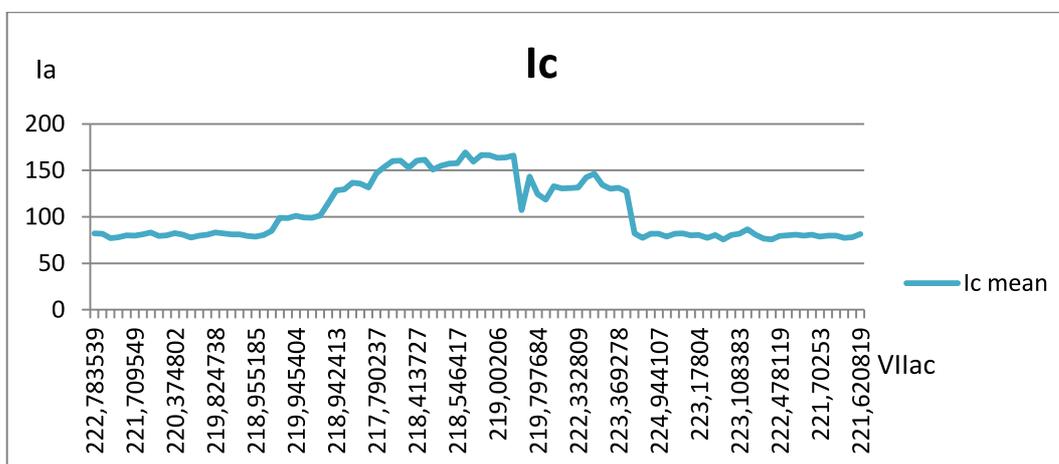


Gráfico 23. lc vs VIIac

la / VII	la	lb	lc	VIIab	VIIbc	VIIac
Máximo	133,22	77,86	169,28	226,20	226,30	224,94
Mínimo	52,69	28,23	76,63	219,40	219,99	217,79

Tabla 25. la/VII 17 Nov 2013

Viernes 16 de noviembre del 2013

- Los picos máximos de corriente se dieron a las 10:30 AM la corriente de la fase A, y a las 11:00 AM las corrientes de las fases B y C.
- La caída de tensión se da entre las 9:45 AM – 10:30 AM.

- Las magnitudes máximas y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 26.

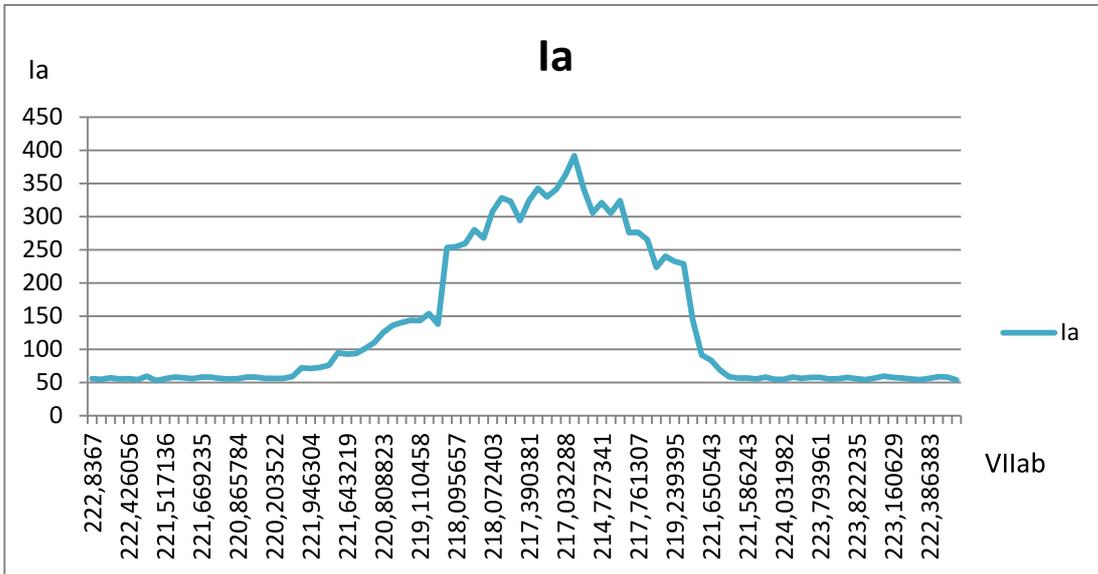


Gráfico 24. la vs VIIab 16 Nov 2013

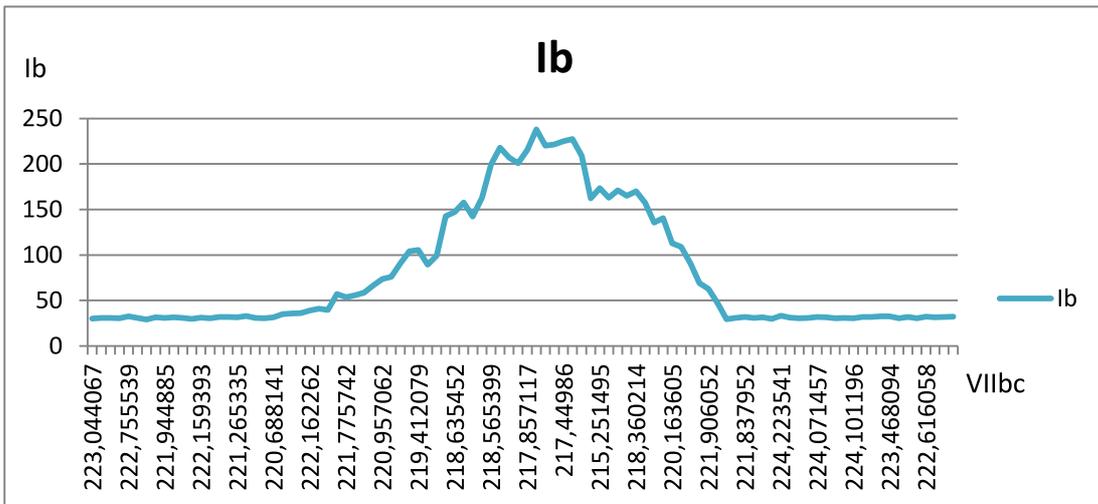


Gráfico 25. lb vs VIIbc 16 Nov 2013

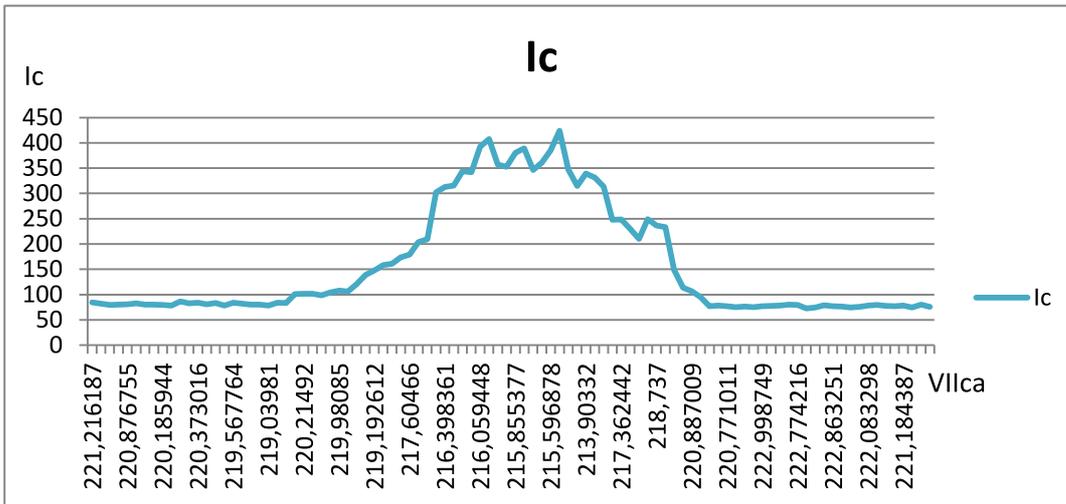


Gráfico 26. Ic vs VL-Lca 16 Nov 2013

la / VII	la	lb	Ic	VIIab	VIIbc	VIIac
Máximo	391,58	237,89	424,089	224,03	224,22	222,99
Mínimo	52,95	29,00	72,36	214,72	215,25	215,59

Tabla 26. la /VL-L 16 Nov 2013

Jueves 15 de noviembre del 2015

- Los picos máximos de corriente se dieron a las siguientes horas: 12:00 la, 16:45 lb y 16:15 Ic.
- La caída de tensión se dio a las 15:45 de la tarde.
- Las magnitudes máximos y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 27

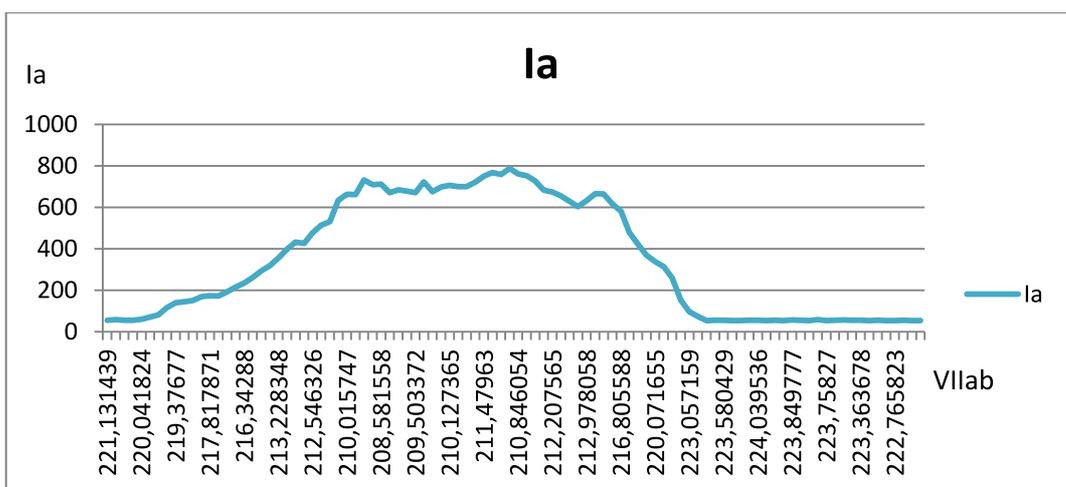


Gráfico 27. Ia vs VIIab 15 Nov 2013

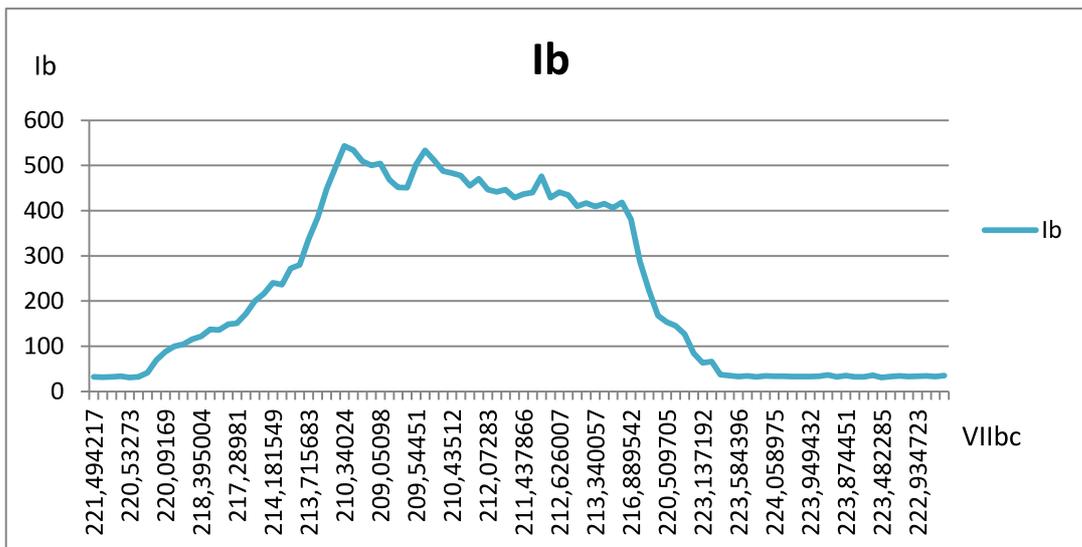


Gráfico 28. Ib vs VIIbc 15 Nov 2013

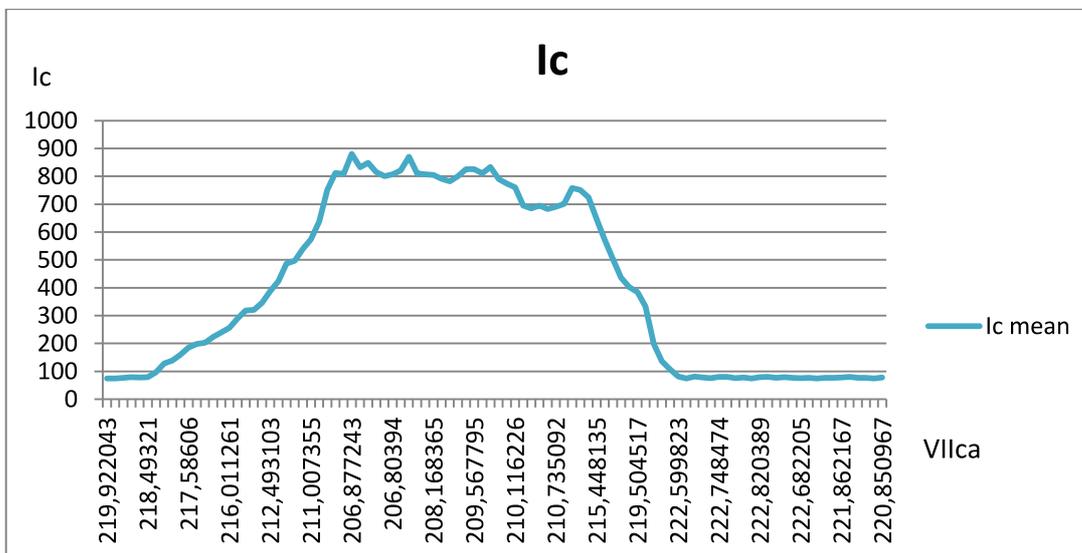


Gráfico 29. Ic vs VIIca

la / VII	la	Ib	Ic	VIIab	VIIbc	VIIac
Máximo	787,62	543,13	880,85	224,03	224,05	223,00
Mínimo	52,86	31,12	74,12	214,72	209,05	206,41

Tabla 27. Ia/ VII 15 Nov 2013

Miércoles 14 de noviembre del 2013

- Los picos máximos de corriente se dieron a las siguientes horas: 11:00 AM la corriente de la A y C, y 15:45 PM la corriente de la fase B.
- La caída de tensión se dio a las 15:45 de la tarde.

- Las magnitudes máximas y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 28.

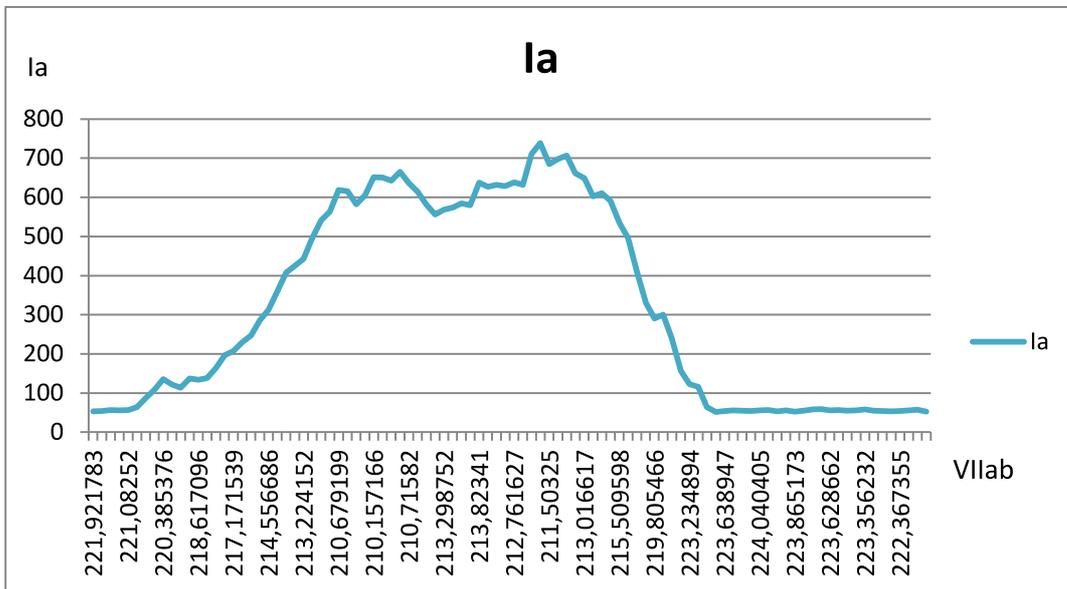


Gráfico 30. I_a vs VIL-Lab 14 Nov 2013

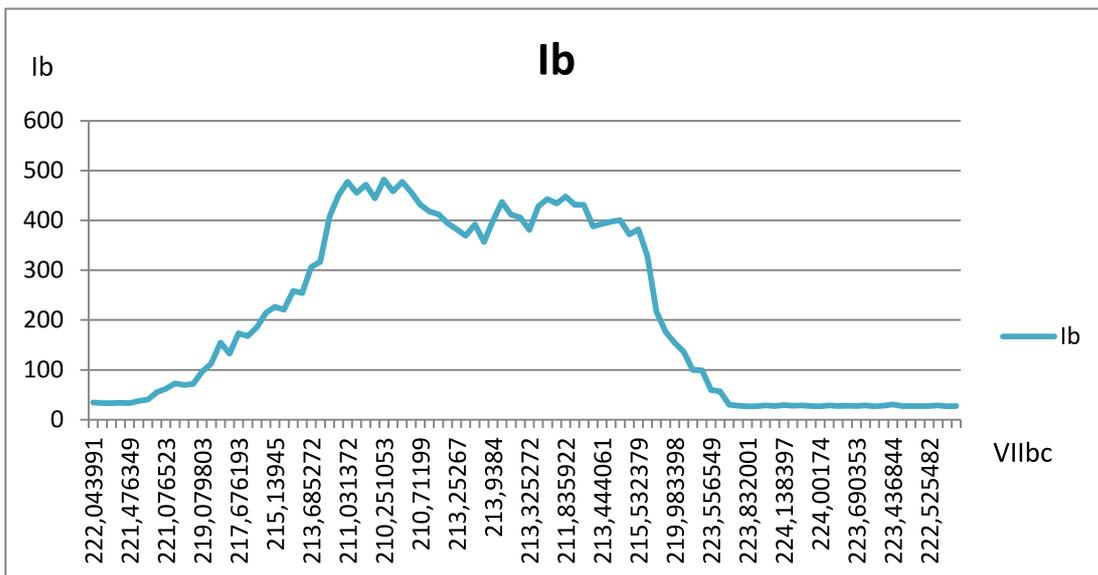


Gráfico 31. I_b vs VL-Lbc 14 Nov 2013

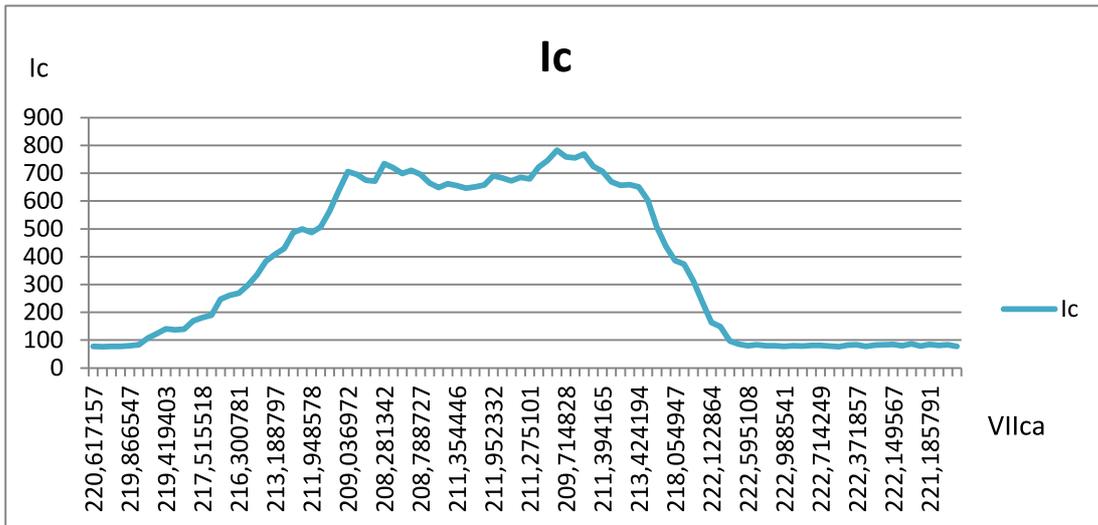


Gráfico 32.Ic vs VIlca 14 Nov 2013

la / VII	la	lb	Ic	Vllab	Vllbc	Vllac
Máximo	739,00	482,02	782,44	224,04	224,13	222,98
Mínimo	51,58	26,92	77,30	210,15	210,25	208,28

Tabla 28.la/ VII 14 Nov 2013

Martes 13 de noviembre del 2013

- Los picos máximos de corriente se dieron a las siguientes horas: 11:00 AM de las corrientes de la fase A y C, y 15:00 PM de la corriente de la fase B.
- La caída de tensión se dio a las 14:30 de la tarde.
- Las magnitudes máximas y mínimos de corriente y voltaje se detallan en la tabla 29.

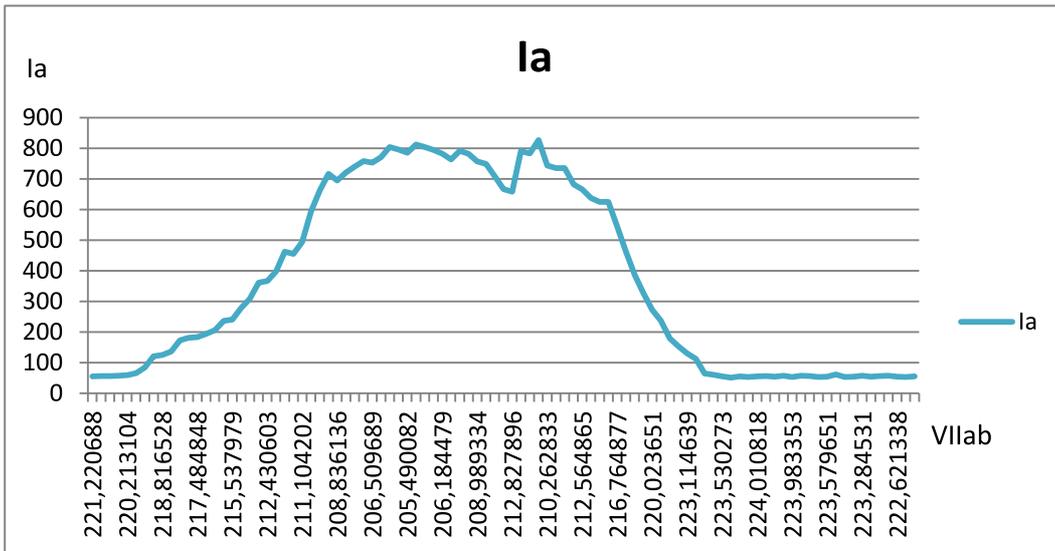


Gráfico 33. la vs Vllab 13 Nov 2013

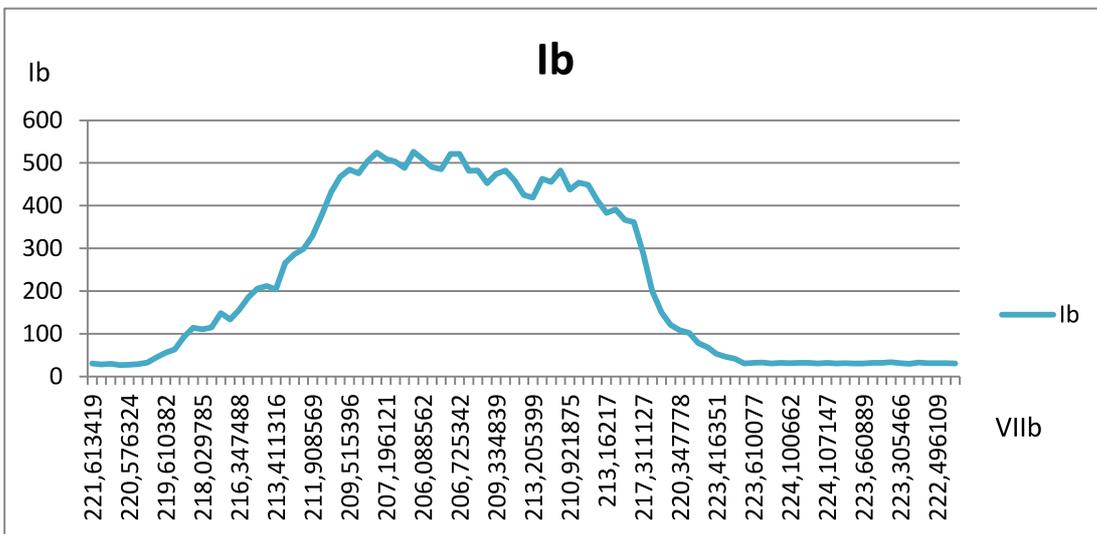


Gráfico 34. lb vs Vllbc 13 Nov 2013

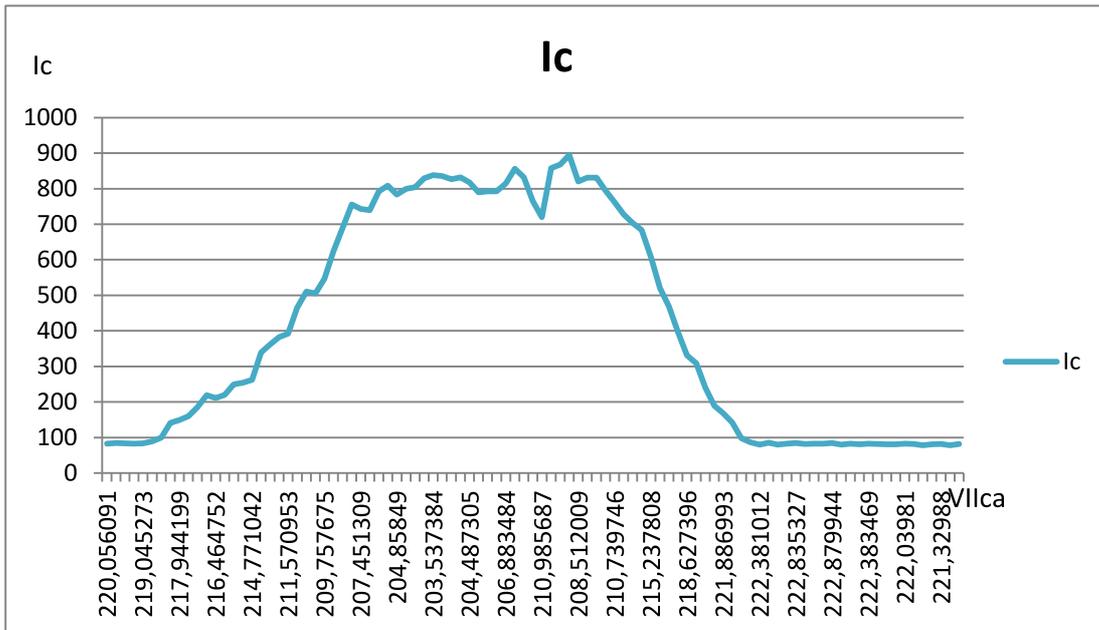


Gráfico 35. Ic vs VIIca 13 Nov 2013

Ia / VII	Ia	Ib	Ic	VIIab	VIIbc	VIIac
Máximo	826,32	526,84	894,71	224,01	224,10	222,87
Mínimo	52,90	26,96	78,23	205,49	206,08	203,53

Tabla 29. Ia/VII 13 Nov 2013

Análisis del desbalance de cargas

La información del porcentaje de desbalance de carga nos permite tomar los correctivos necesarios para no sobrecargar una fase, provocando calentamiento del conductor y un futuro incidente si el aislante del conductor se deteriora con mayor rapidez y también al realizar un nuevo aumento de carga, poder planificar a que fases se puede distribuir esta nueva carga eléctrica.

Para el análisis de desbalance de carga es necesario escoger los valores máximos de corriente, porque cuando todos los equipos eléctricos y electrónicos están en funcionamiento, se obtiene una lectura de corriente efectiva o real de la saturación de la capacidad de las fases. En la tabla 30 se refleja las mediciones o lecturas con mayor carga operativa.

I nominal breaker principal
1200 amp

la total	lb total	lc total
900,15 amp	609,97 amp	1022,81amp

Tabla 30. Nominal del sistema de producción

Un desbalance entre líneas admisibles no debe exceder al 5%, es decir que el nivel de cargas conectadas en cada fase de un sistema eléctrico trifásico ó bifásico deben tender a ser iguales. La fórmula para determinar el desbalance es la siguiente:

$$\%Desbalance = [(CargaMayor - CargaMenor) \times (100)] / (CargaMayor)$$

Referencia. Formula (instalaciones eléctricas de Onésimo Becerril)

Se utiliza la corriente la I_c de referencia con respecto a las corrientes la e lb, para el cálculo del porcentaje del desbalance.

$$\%Desbalance Iac = \frac{[(1022,81 - 900,15) \times 100]}{1022,81} = 11,99\%$$

$$\%Desbalance Ibc = \frac{[(1022,81 - 609,97) \times 100]}{1022,81} = 40,36\%$$

La diferencia entre las magnitudes de las corrientes ($I_c - I_a$) e ($I_c - I_b$), es el valor de corriente que hay que distribuir a las otras fases.

$$I_c - I_a = 1022,81 - 900,15 = 122,66 \text{ AMP}$$

$$I_c - I_b = 1022,81 - 609,97 = 412,84 \text{ AMP}$$

En la tabla 31. Se refleja el porcentaje de desbalance de las corrientes la e lb con respecto a I_c

CORRIENTE FASE	PORCENTAJE DE DESBALANCE
lac	11,99245217 %
lbc	40,36331283 %

Tabla 31. Porcentaje de desbalance corriente de fase

El porcentaje de desbalance obtenido entre las fases es crítico como se refleja en el grafico 36, se supera de 2 hasta 8 veces el porcentaje admisible (5%) de desbalance entre las fases.

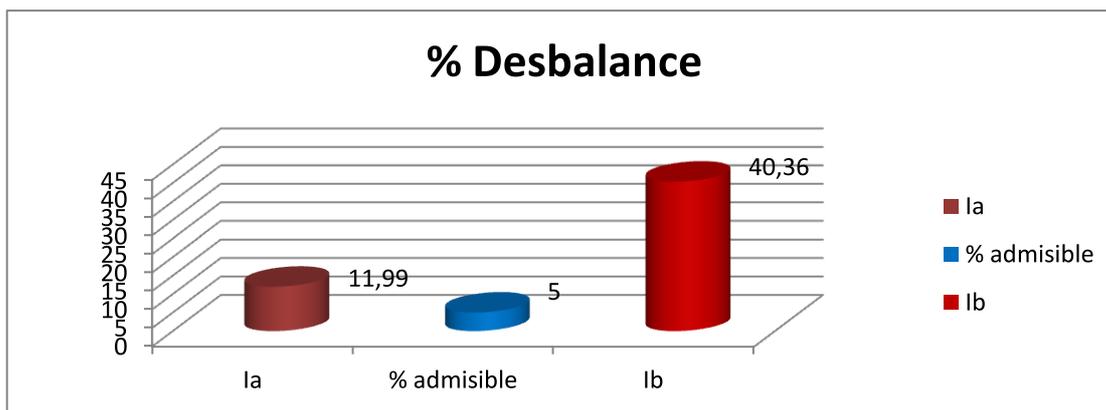


Gráfico 36. % Desbalance de las fases la e lc con respecto a lc

Análisis regulación de voltaje

Para el análisis es necesario recordar o saber que todo equipo eléctrico o electrónico, tienen una holgura de variación de voltaje o llamada también tolerancia y esta información se visualiza en la placa de datos cada equipo eléctrico o electrónico, es una protección para funcionar en sectores o lugares con bajo nivel de voltaje o alto nivel de voltaje respecto a su nominal.

Regulación de voltaje

Es la caída de voltaje dado en porcentaje de una línea referente al voltaje nominal del suministro de energía, en este caso del secundario del banco de transformadores. Para el cálculo de esta variación de voltaje se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta V\% = \frac{(Vn - Vk) \times 100}{Vn}$$

En la tabla 32 se tiene las mediciones del voltaje de línea.

Voltaje de línea – línea	Vab	Vbc	Vca
Máximo	226,20	226,30	224,94
Mínimo	204,57	205,34	202,76

Tabla 32. Medición del voltaje de línea

En el cálculo de regulación de voltaje de la tabla 32 solo se tomará los valores mínimos de voltaje y el voltaje nominal será una media de los voltajes máximos.

$$\Delta V_{ab}\% = (225\text{volt} - 204,57\text{volt}) \times \frac{100}{225\text{volt}} = 9.08\%$$

$$\Delta V_{bc}\% = (225\text{volt} - 205,57\text{volt}) \times \frac{100}{225\text{volt}} = 8,62\%$$

$$\Delta V_{ca}\% = (225\text{volt} - 202,76\text{volt}) \times \frac{100}{225\text{volt}} = 9.88\%$$

La regulación de voltaje se encuentra en la escala B de la norma ANSI Cap84.1. Esto indica que está en el límite aceptable de caída tensión.

CAPITULO V

GENERADOR DE EMERGENCIA

5.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL ESTADO DEL GENERADOR

- Está ubicado dentro del cuarto de celda de media tensión, localizado detrás del Edificio Principal. En el grafico 37 se observa la ubicación dentro del cuarto de celda.

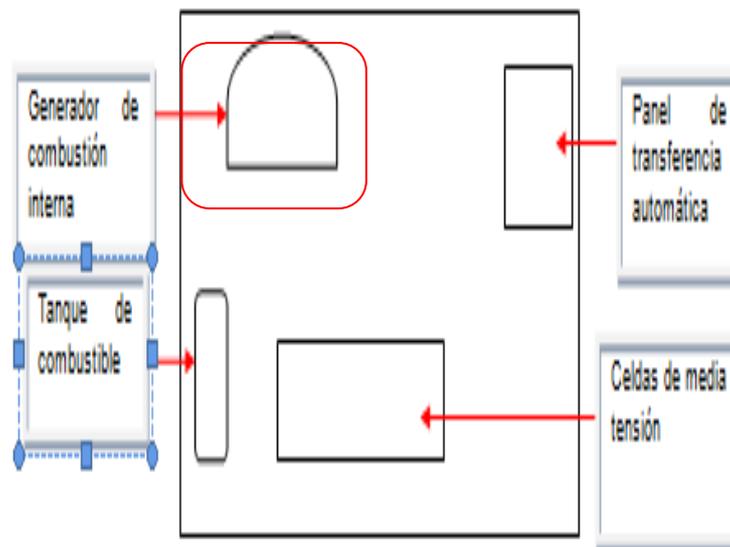


Gráfico 37. Ubicación Generador de Emergencia
Fuente: Sistema Eléctrico Edificio Principal UCSG

- El generador se encuentra al nivel del suelo del cuarto de celdas, el escape de gases está a una altura de 2mts como se visualiza en las fotos y su tanque de combustible está a 1,5 mts de distancia de las celdas de media tensión y a 0,80mts sobre la superficie del suelo.
- El tanque de combustible tiene una capacidad de almacenamiento de 50 galones.



Figura 34. Generador KOHLER POWER SYSTEM

- La marca del generador es KOHLER POWER SYSTEM, su motor funciona con combustible diesel (figura 35.).
- La capacidad de carga eléctrica es de 400 amp.
- Realiza una generación trifásica de 220 voltios.
- Batería para el sistema de control de 24 voltios junto al generador figura 34.
- El sistema de enfriamiento del generador es de ciclo cerrado por medio de un radiador que contiene 6 galones de refrigerante.
- Al generador eléctrico se le debe construir un cuarto exclusivo por dos puntos importantes:
 - Contaminación de ruido.
 - Contención de explosión o derrame de combustible.

Al estar el tanque de combustible cerca de las celdas, aumenta probabilidad de presentarse un accidente por tener almacenado material generador de chispa (celda de media tensión), y material inflamable (tanque de diesel), para dar cumplimiento a las normas técnicas y protocolos de seguridad industrial.

5.2. PANEL DE TRANSFERENCIA

- Está ubicado en el cuarto de celdas de media tensión como se observa en el grafico 37 de la pag. 74 y el panel de transferencia se visualiza en la figura 35.
- Las dimensiones del Panel de transferencia es de 2mts de alto por 0.70mts de ancho y 0.85 mts de profundidad.



Figura 35. Panel de Transferencia

- La transferencia que realiza el sistema es automática, por medio del dispositivo de control que se observa en la figura 36.



Figura 36. Ubicación del sistema de control automático de transferencia

- Cuando falla el suministro de la E.E.E el proceso de transferencia es el siguiente:
 1. Cuando deja de censar la alimentación de la E.E.E. envía la señal de encendido del generador de forma inmediata.
 2. El sistema en milésima de segundo monitorea los niveles de voltaje y frecuencia del generador.
 3. Cuando se estabiliza los niveles de voltajes y frecuencia (220voltios y 60 hz), que el tiempo por lo regular es de 1 minuto o dos minutos, el sistema realiza el cambio, se abre el seccionador de alimentación de la E.E.E y cierra circuito del generador.
 4. Alimenta sus cargas asignadas del panel.
- Cuando retorna el suministro de la E.E.E. el proceso de transferencia es el siguiente:
 1. Cuando vuelve a censar la alimentación de la E.E.E. el sistema espera que los niveles de voltaje de la red se estabilicen.
 2. Estabilizados los niveles de voltaje manda la señal para realizar el cambio abre el seccionador del Generador y cierra el seccionador de la E.E.E
 3. Al mismo tiempo que envía la señal para realizar la transferencia, manda la señal de apagar el generador, el cual se toma tres minutos

para apagarse, este tiempo es el mínimo para enfriar la camisa del motor.

4. Alimenta sus cargas asignadas del panel.

5.3. CARGAS DEL PANEL DE TRANSFERENCIA

Los breakers asignados del panel de transferencia para las cargas y el breaker principal del mismo panel de transferencia están tallados en la tabla 33, tomando en cuenta el orden de los seccionadores en las figuras 37 y 38:



Figura 37. Breaker principal del panel de transferencia No1

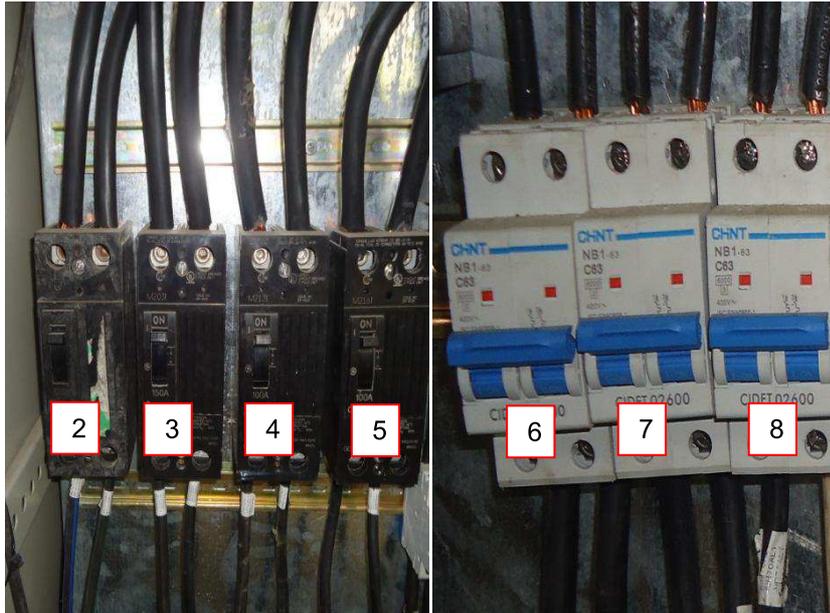


Figura 38. Orden de los breakers del panel de transferencia

El orden de los breakers permite identificar a que área fue asignado.

No breaker	CARGA	No Polos	In amp	Fase A amp	Fase B amp	Fase C amp
1	Disyuntor principal	3	400	301.2	151.2	385
2	Rectorado PDA18	2	125	98.2		71.3
3	Tesorería PDA19	2	150	86.2		30.3
4	Vicerrectorado general PDA20	2	150		32	101.2
5	Vicerrectorado academico PDA17	2	150		57.1	102.7
6	Contabilidad PDA22	2	63		39	46
7	Administración PDA21	2	63	29		35.7

Tabla 33. Información del Panel de Transferencia

CAPITULO VI

DIAGRAMA UNIFILAR

6.1. DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN

El diagrama unifilar se lo visualiza mejor en los documentos de anexo, en el siguiente grafico 38 se observa en tamaño reducido.

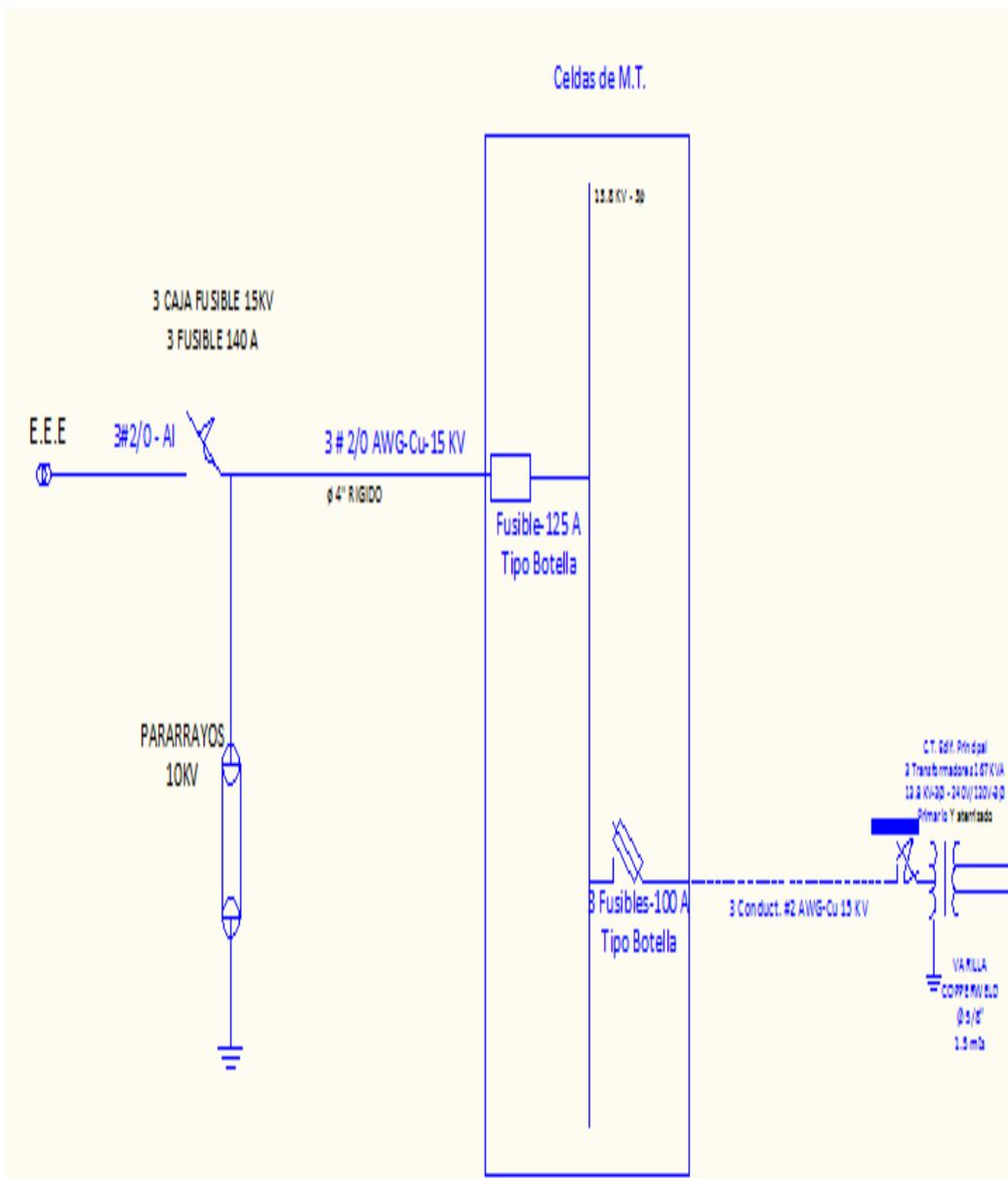


Gráfico 38. Diagrama Unifilar de Media Tensión

6.2. DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN

El diagrama en baja tensión comprende panel principal y sus paneles auxiliares se observa en el gráfico 39, en los documentos de anexo se observa con mayor claridad.

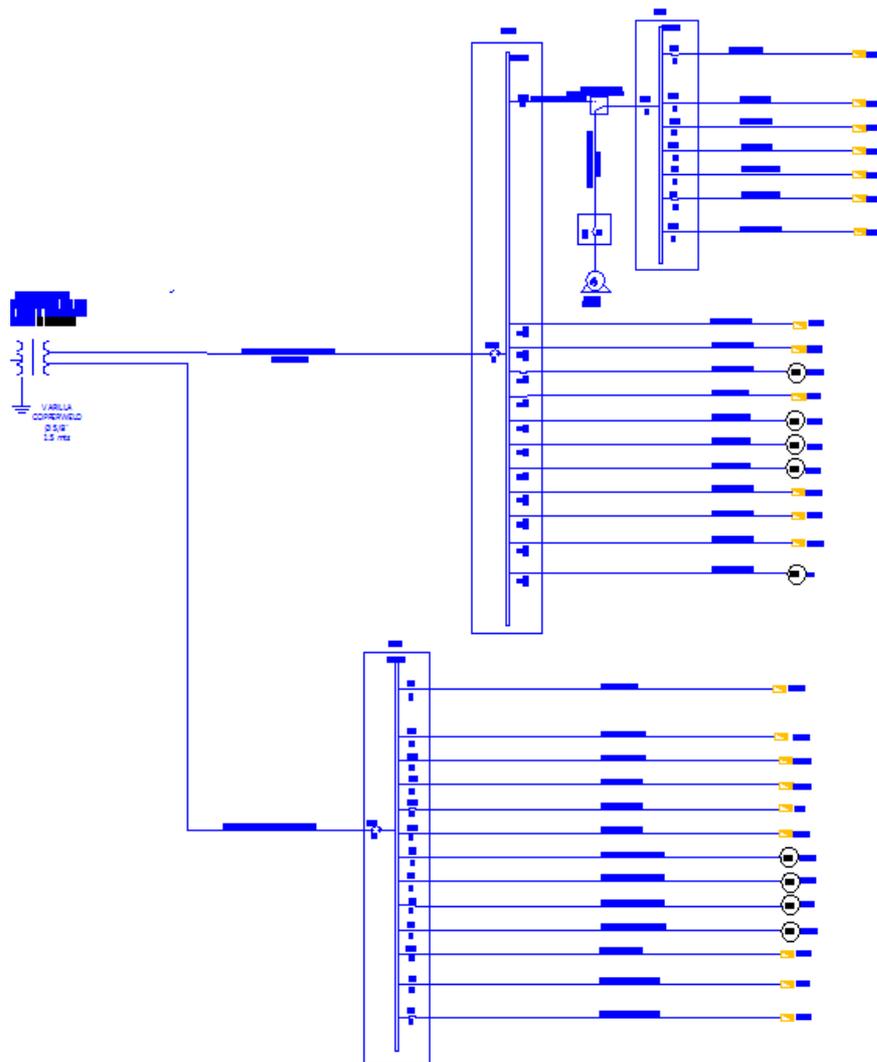


Gráfico 39. Diagrama Unifilar de Baja Tensión

En el anexo se puede visualizar mejor el diagrama unifilar de media tensión.

CAPITULO VII

PLAN DE MEJORAS DE LA INSTALACIONES ELECTRICAS

7.1. PUNTOS DE MEJORAS

EL plan de mejoras se basa en los siguientes puntos de corrección, que se los podrá realizar en corto o mediano plazo:

- Balance de carga en la acometida principal de baja tensión.
- La electro canaleta tipo mesa instalada en la mitad del cuarto de transformadores, dificultando el acceso y maniobrabilidad para futuros trabajo de mantenimiento de los transformadores o el reemplazo de uno de ellos;
- Panel principal de distribución, no cuenta con supervisor de fase, que permita visualizar variaciones corriente y voltaje y llevar un cuadro estadístico de fallas presente en la alimentación del sistema eléctrico del Edificio Principal al realizar inspecciones de mantenimiento;
- El ancho de la puerta no cumple con la norma NATSIM cap 14. Cuarto de transformadores, actualmente es de 1.05mts, debería tener un ancho mínimo de 1.60mts, esto permitirá el fácil acceso al realizar cambio de transformadores o panel eléctrico reduciendo el tiempo de trabajo.
- En el panel de distribución auxiliar 8 del primer piso, se encuentra varios breakers no ajustados al plafón del panel;
- Añadir tapas de protección para evitar contacto accidental con las barras de los paneles, como se observa en la figura 40.
- Un cuarto para el generador eléctrico de emergencia y el tanque combustible, no es aceptable el almacenamiento del tanque de combustible cerca de la celda de media tensión.

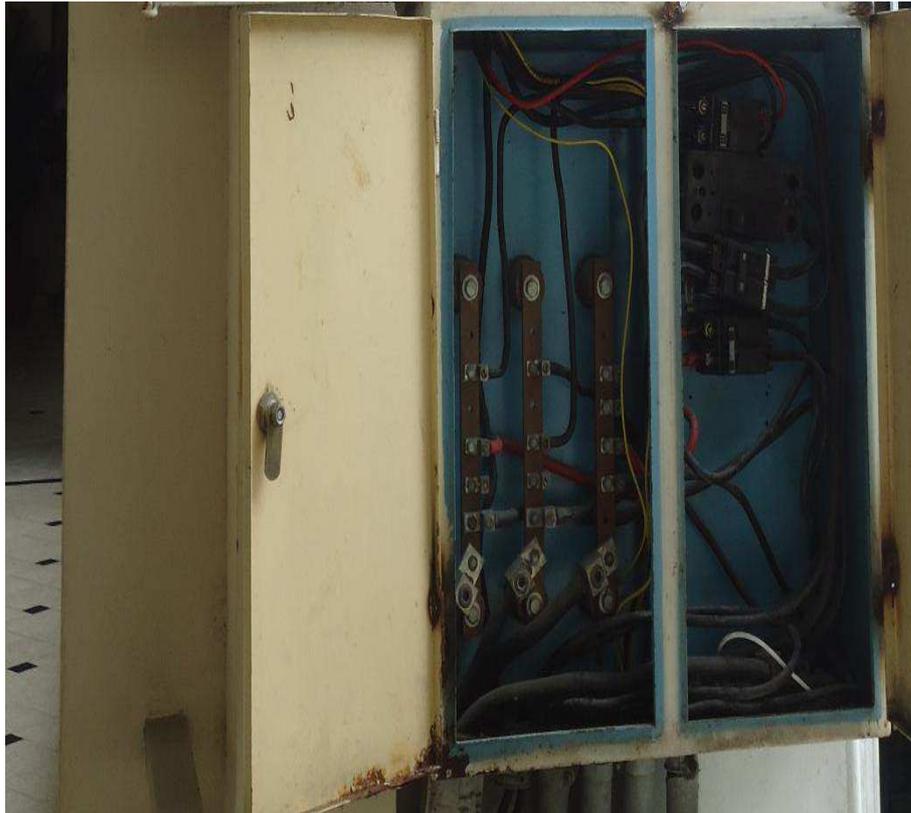


Figura 39.PDA8

Fuente: Sistema Eléctrico Edificio Principal UCSG

7.2. PROPUESTA DE SOLUCIONES

- **Balance de cargas**

Por tener una conexión estrella en el secundario del banco de transformadores, se debe realizar un cálculo de desbalance carga previa a la instalación de nuevos equipos. Para realizar un balance de cargas es necesario conocer los niveles de corriente máximo por fase de la acometida del Panel Principal de distribución No1 y los niveles de corriente máximo de las acometidas de los Paneles Auxiliares. Se debe tener presente que a la única fase que no se puede retirar carga es la fase B por tener una medición o lectura de amperaje más bajo que la fase A y C.

Primer proceso de balance

Con el valor de amperaje obtenido de I_c - la que es igual a 122,66 amp (ver tabla 30), se realizará un balance de la siguiente manera:

A la fase C se le retira la mitad del amperaje excedente con respecto a la fase A es decir lo más próximo a 61 amp y se los conecta a la fase A. Ahora identificamos que acometida de los breakers que alimenta a los PDA o centros de carga se le intercambiara las fases. La acometida del breaker a escoger para intercambiar sus fases, debe ser una acometida bifásica y estas deben ser la Fase C y Fase B.

- Se escoge las acometidas de los breakers detallados en la tabla 34. Para el balance se tendrá que escoger tres cargas para realizar el cambio de fase, por el motivo que no hay una carga con el amperaje deseado en una sola fase. La suma de las tres cargas en la fase C es representada por I_c :
- La suma de las corrientes o la corriente de la fase que se vaya a intercambiar se denominara I' , seguido de la letra minúscula de la fase que corresponda.

	Nº	CARGA	POLOS	CAPACIDAD	FASE A amp	FASE B Amp	FASE C amp
PPD1	7	Aire acondicionado PB	2	60		11,3	16,5
	8	Aire acondicionado PB	2	50		20	18,3
	10	Aire acondicionado PB	2	60		19	27

Tabla 34. Detalle del PPD1

$$I_c = 16.5 + 18.3 + 27 = 61.8$$

El valor de I_c es 61.8 amp, lo más próximo o cercano a 61 amp, realizando el cambio de carga de fase C a fase A se detalla en la tabla 35:

	Nº	CARGA	POLOS	CAPACIDAD	FASE	FASE	FASE
	Tabla 35. Detalle de P.P.D.1		modificada		A	B	C
					amp	amp	Amp
PPD1	7	Aire Acondicionado Planta Baja	2	60	16.5	11,3	
	8	Aire Acondicionado Planta Baja	2	50	18.3	20	
	10	Aire Acondicionado Planta Baja	2	60	27	19	

Evaluando el cambio de fases se obtendría que la corriente de la fase A y fase C son proporcionales, detallado en la tabla 36.

$$I_a \text{ total} = 900,15 + 61,8 = 961,95$$

$$I_c \text{ total} = 1022,81 - 61,8 = 961,01$$

I nominal del sistema de protección		
1200 amp		
Ia total	Ib total	Ic total
961,95 amp	609,97 amp	961,01

Tabla 36. Detalle de corriente nominal estimada

El resultado reflejado en la tabla 35, se le realiza el cálculo de porcentaje de desbalance de las corrientes Ic e Ib con respecto a Ic y obtenemos:

$$\% \text{Desbalance } I_{ac} = \frac{[(961,95 - 961,01) \times 100]}{961,95} = 0,097\%$$

$$\% \text{Desbalance } I_{ab} = \frac{[(961,95 - 609,97) \times 100]}{961,95} = 36,59\%$$

Para conocer cuál es la diferencia de valor de amperaje que la sobrepasa a Ib se realiza una resta de las magnitudes de las corrientes Ia e Ib de la tabla 36.

$$I_a - I_b = 961,95 - 609,97 = 351,98 \text{ AMP}$$

En el grafico 40 se aprecia el porcentaje de desbalance que se obtuvo de las fases A y B con respecto a C. el cilindro azul es el límite de porcentaje de desbalance aceptable.

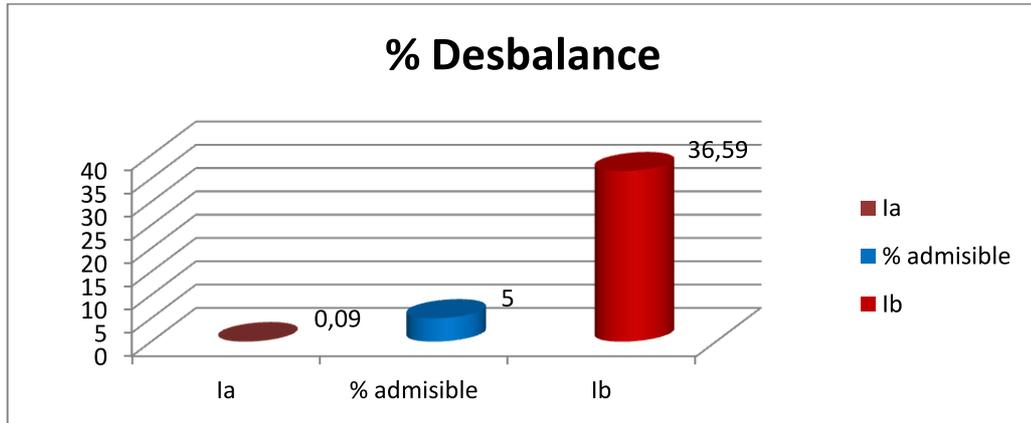


Gráfico 40. % Desbalance

Segundo proceso del balance.

El balance entre las fases A y C, fue efectivo. Para balancear A y C con respecto a B. Se cuenta con dos fases ya balanceadas A y C se quitara carga de forma equitativa, a esta dos fases para mantener su balance, la tercera parte del valor de la diferencia excedente (Ia-Ic) es 117,17 amp, a la fase A y C se tendrá que retirar los 117.17 respectivamente y conectarla a la fase B.

El desbalance en cada fase se observa en el grafico 40. En las tablas 37, 38 y 39 se detalla las acometidas de los breakers que completan los 117.17 amp de las fase A y C individualmente. En los siguientes pasos realizamos un cambio de fase entre A y C de la acometida del PDA5 del breaker No12, y también de la acometida del PDA19 del breaker 14 en el PPD1, que permitirá balancear las fases.

PPD1	Breaker N°	CARGA	POLOS	CAPACIDAD	FASE A	FASE B	FASE C
	6	Aire acondicionado Planta Baja	2	60	25.8		12
	9	Aire acondicionado Planta baja	2	50	17		22
	12	PDA5	2	150	61.3		45

	14	PDA19	2	100	26		41
--	----	-------	---	-----	----	--	----

	Breaker N°	CARGA	POLOS	CAPACIDAD	FASE A	FASE B	FASE C
PPD2	14	PDA3	2	50	19.4		20.4
	10	Aire acondicionado	2	50	3.3		4

Tabla 37. P.D.2 desbalance en cada fase
 Tabla 38. P.D.2 desbalance por cada fase

	Breaker N°	CARGA	POLOS	CAPACIDAD	FASE A	FASE B	FASE C
PDT	3	TESORERIA	2	50	86.2		30.3
	7	ADMINISTRACION	2	50	29		35.7

Tabla 39. P.D.2 desbalance por cada fase

Las fases de las acometidas de los breakers de PAD y aire acondicionado escogidos para intercambiarse de la tabla 37, 38 y 39 se encuentran con fondo celeste y naranja claro respectivamente para reconocer las corrientes de las fases A y C que se sumaran.

Se suman los valores de corriente por fases escogidas, para la fase A es $I'a$ y para la fases C es $I'c$.

$$I'a = 116.1 \text{ y } I'c = 117.7$$

Se procede a restar los valores de la I total de la fase A y C de la tabla 36. menos $I'a$ e $I'c$.

$$Ia \text{ total} = 961,95 - 116.1 = 845.85$$

$$Ic \text{ total} = 961,01 - 117.7 = 843.31$$

Se suman los valores de I_a e I_c más I_b de la tabla 35.

$$I_b \text{ total} = 609.97 + 116.1 + 117.7 = 843.77$$

Calculamos los nuevos porcentajes de desbalance de I_a e I_c con respecto a I_b .

$$\% \text{Desbalance } I_{ab} = \frac{[(845.85 - 843.77) \times 100]}{845.85} = 0.24\%$$

$$\% \text{Desbalance } I_{cb} = \frac{[(843.31 - 843.77) \times 100]}{843.31} = 0.05\%$$

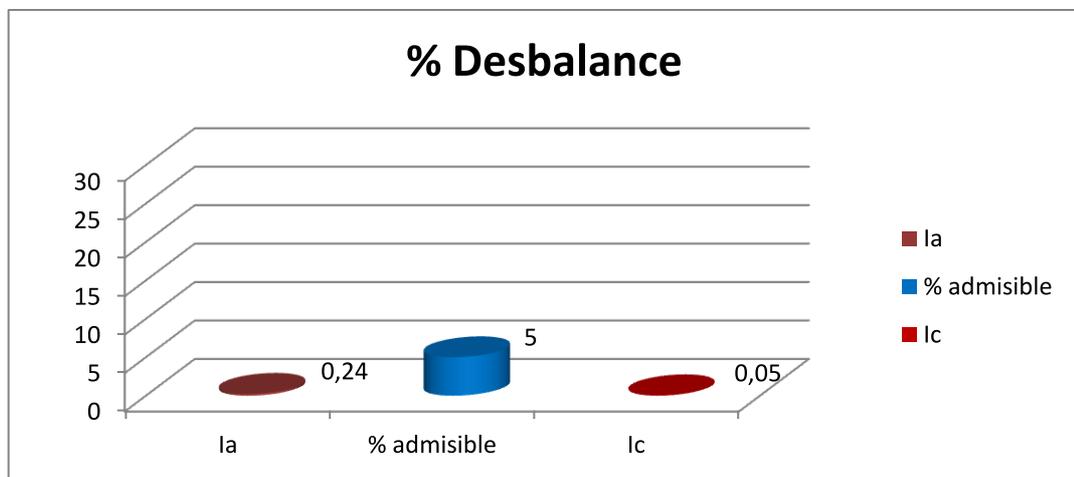


Gráfico 41. % Desbalance Ic- Ia

El balance que se logró de las fases A y C con respecto a la fase B, es el ideal al registrar porcentajes de desbalance por debajo de la unidad.

Recordar las fases que se han intercambiado siempre fueron de acometida bifásica, para no tener error de alimentar una acometida trifásica con una misma fase dos líneas y las acometidas bifásicas escogidas siempre fueron a las que se le iba a sustraer carga.

El balance de carga propuesto no forma parte del presupuesto, porque el departamento de mantenimiento tiene el personal calificado para realizar el trabajo de balance, mediante el presente documento.

- Para mejorar la funcionalidad del montaje de la electro canaleta tipo mesa, sería por medio de un canal subterráneo en forma de T con tapa

de rejilla, el canal va a tener las siguientes dimensiones: 0.60mts de profundidadx0.60mts de anchox1.92mts de largo horizontal; y la vertical: 0.60mts de profundidadx0.60mts de anchox3.63mts de largo. Como se observa en el grafico 42.

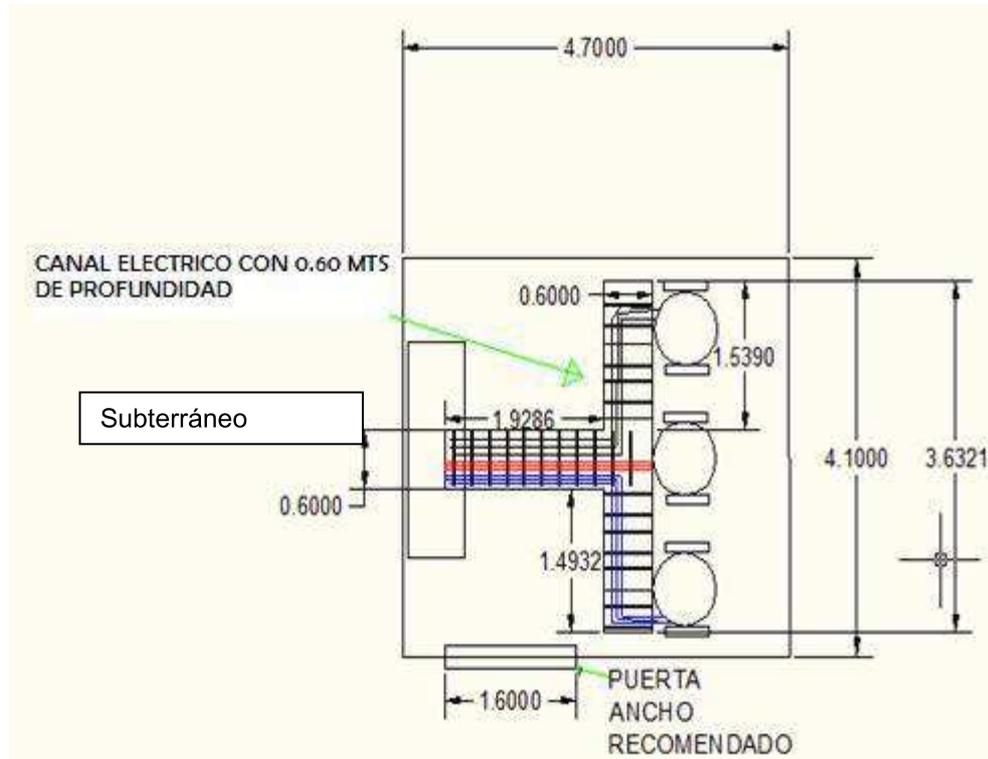


Gráfico 42. Canal eléctrico de acometida principal de Baja Tensión

Los conductores van a estar a 0.30cmts del fondo del canal, sobre un soporte tipo u suspendido, para construir este soporte de acero inoxidable es necesario adquirir una platina de un 1/4" de ancho. En el anexo se visualiza con mayor detalle;

En el grafico 43 se puede visualizar la forma del soporte y tener una mejor idea del orden de las líneas

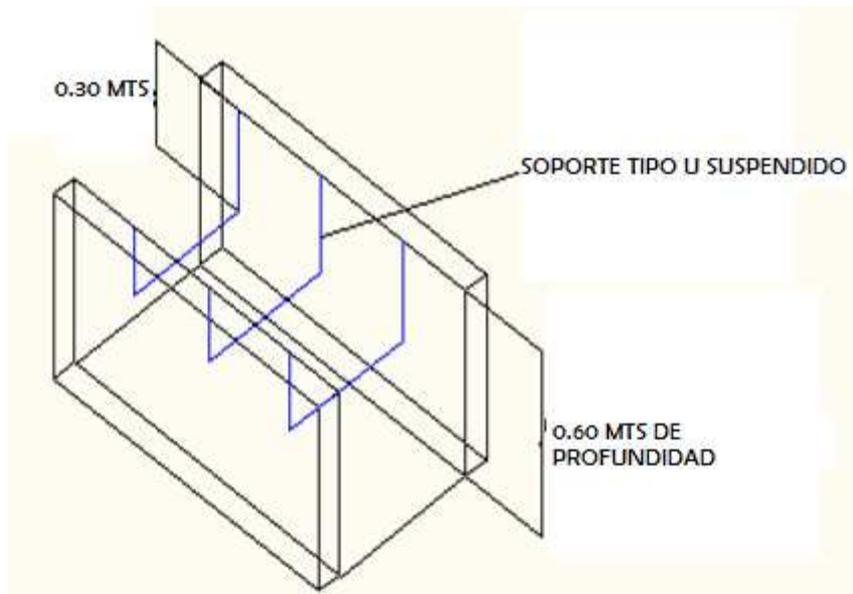
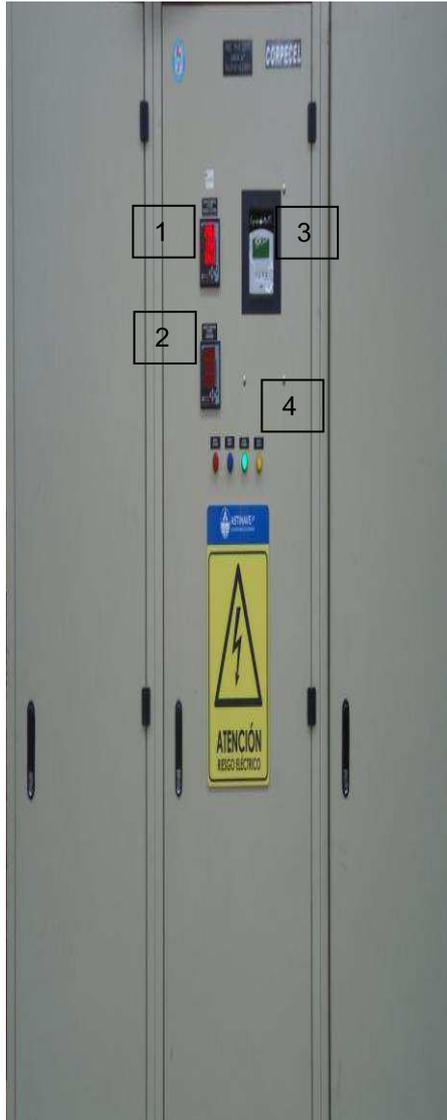


Grafico 43. Vista lateral del canal de la acometida principal de media tensión.

La sugerencia de mantener las líneas 30cms del suelo, es tener mejor visualización de la acometida y poder identificar si presenta daños en su capa de aislamiento.

- El ancho del boquete de la puerta, se debe redimensionar 0.60mts adicionales y modificar la puerta con un soldador para que cubra el boquete por completo;
- Realizar un reemplazo de Panel Principal de Distribución, que disponga de supervisor de fase y pantalla protectora para evitar el contacto involuntario con las barras o terminales de los seccionadores y luz piloto que permita por medio de visualización saber si el disyuntor principal se abrió, como se observa en las figuras 40 y 41.



Descripción:

1. Supervisor de fase ALIMENTACION E.E.E. Permite conocer la siguiente información:
 - Voltaje de línea – línea.
 - Voltaje línea – neutro.
 - Corriente de línea.
 - Factor de potencia,
 - Potencia instalada operativa.
 - Registra las fallas que se presente línea - línea o línea tierra.
2. Supervisor de fase ALIMENTACION GENERADOR
3. Monitor de transferencia del suministro de la energía: empresa eléctrica o el generador eléctrico,
4. Luces piloto que indica si el panel se encuentra energizado y su disyuntor cerrado, energizado pero el disyuntor abierto.

Figura 40. Panel Principal de Baja Tensión propuesto



Figura 41. Panel de distribución propuesto

En la figura 41 permite visualizar que el único elemento visible es la palanca de los breakers, de esta forma salvaguarda la vida de la persona que vaya a realizar maniobras de abrir o cerrar circuitos al no estar expuesto al contacto con la barras del panel.

- El nuevo cuarto del generador de emergencia va a estar ubicado a un lado del cuarto de celda con una distancia de separación de 2 metros. Sus dimensiones serán 4x3x 2.5 mts de alto (grafico 44).

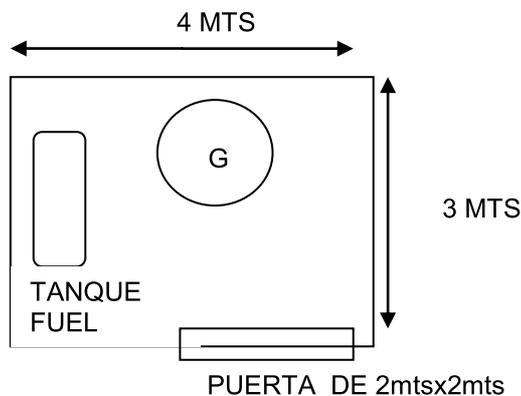


Grafico 43. Cuarto de generador propuesto

Se tendrá que realizar un canal para la acometida desde el generador hasta el panel de transferencia, las dimensiones del canal serán las dimensiones de

ancho y profundidad serán las mismas del canal eléctrico del cuarto de transformadores el largo del canal será de 12 mts su recorrido será en forma de L. Como se visualiza en la grafico 45.

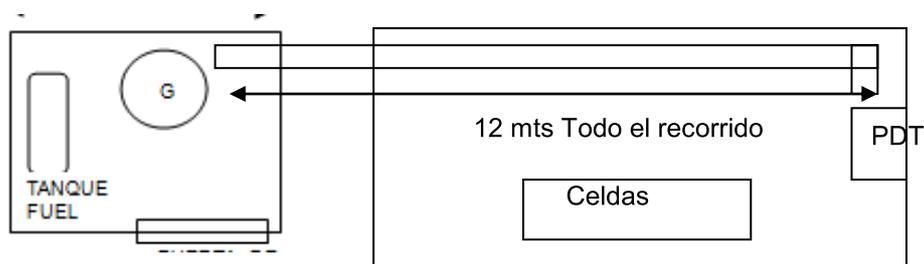


Grafico 45. Ilustración del canal para la acometida del generador

7.3. PRESUPUESTO

A continuación se realizó el presupuesto de la propuesta de soluciones planteadas, detallados en las siguientes tablas 40, 41 y 42 .

Ítem	MATERIAL ELECTRICO Y CIVIL	Cantidad	Unidad	Costo	Total
1	Platina de acero 1/4" x 2	50.00	metro	\$ 2,77	\$ 138,50
2	Breaker 2P 50AMP Sobrepuesto	4.00	und	\$ 10,61	\$ 42,44
3	Breaker 3P 80 AMP Caja Moldeada	2.00	und	\$ 79,57	\$ 159,14
4	Cable Eléctrico TTU-2000V-90C-1 X 500MCM	80.00	metro	\$ 31,00	\$ 2480,00
5	Tablero PP-D1 Metálico; construido con plancha galvanizada de Espesor=2MM Pintura Electroestática; 230VAC-3P; Instalación	1,00	und	\$ 25.639,84	\$ 25.639,84
6	Tablero Metalico Complafon de 60 X 50 X 25 CM	1,00	und	\$ 91,87	\$ 91,87
7	VARIOS: Arena para Construcción, cemento varilla, palillos de soldadura, bloque,pueta, etc.	0			\$4500
8					
	TOTAL				\$ 34.051,79

Tabla 40. Presupuesto

COSTO MANO DE OBRA ELECTRICA	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Instalación de luz de emergencia	2.00		\$ 171,58	\$ 343.16
Cableado subterráneo, conexión de la acometida e instalación de parrilla	21,00	metro	\$ 55,64	\$ 1168,44

TOTAL	\$ 1511,60
-------	------------

Tabla 41. Presupuesto de Plan de Mejora

COSTO MANO DE OBRA CIVIL	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Trazado y Replanteo	18	m2	\$ 1,10	\$ 19,8
Excavación manual (incluye desalojo)	18.0	m3	\$ 5,60	\$ 100
Ductos de hormigon Armado	20.00	ml	\$ 132,60	\$ 2652
Rejilla metalica (incluye marco)	20.00	ml	\$ 45,00	\$ 900
Cuarto de generador de emergencia				\$4000
TOTAL				\$ 4071.80

Tabla 42. Presupuesto de Plan de Mejora

TOTAL DEL PRESUPUESTO DEL PLAN DE MEJORA	43265,19
---	-----------------

Los costos unitarios, de los equipos y materiales de construcción están basados en proveedores de Empresas Nacionales. El costo de la mano de obra civil, está acorde bajo valores que maneja las empresas de construcción. El costo de mano obra en el área eléctrica está basado en rubros de las empresa contratistas a nivel nacional.

CONCLUSIONES

El trabajo de tesis permitió conocer y manipular equipos de mediciones y reconocimientos del sistema eléctrico, que no están presentes en los laboratorios de la Facultad Técnica.

Por medio de la tesis, se puede confirmar que el Edificio Principal cuenta con una flexibilidad en un sistema eléctrico del 40% y sus horas más críticas o de mayor consumo es a partir de las 13:30 de lunes a viernes. Al disponer de esta flexibilidad en el sistema eléctrico del edificio, nos permite asumir un excelente plan de mantenimiento en cargabilidad, para mantenerse bajo los cambios de aumento de carga y eficiencia energética.

El desbalance de carga en la fases del Edificio Principal se debe más a su poca carga trifásica o bifásica, siendo gran demanda de cargas monofásicas el motivo de saturación de las Fases A y B, al disponer de una alimentación de 120 voltios con referencia al neutro, respectivamente.

El área de mantenimiento cumple con uno de los roles más importante de la institución que es la conservación de la infraestructura y el sistema eléctrico, por ese motivo el conocer el comportamiento (las horas) de los picos de máximos de amperaje y cuáles son las variaciones de caída de voltaje, sirven para tomar acciones correctivas manteniendo un sistema eléctrico confiable y seguro.

Con las soluciones propuestas se mantendrá seguridad para el personal de mantenimiento cuando realice trabajos dentro de los cuartos del sistema eléctrico (celdas, transformadores y generador), mantener estadísticas de cero accidentes e incidentes siempre deja una buena referencia de la empresa o institución.

La continuidad del servicio será más confiable al tener sistemas de monitoreos en el panel principal que permitan identificar la falla y dar solución inmediata.

RECOMENDACIONES.

Cuando se realice un trabajo de la magnitud similar al de la tesis, sería mucho más favorable, que las personas que laboran en el edificio, les comuniquen por escrito de que existirá un personal realizando pruebas, mediciones, etc. y estén predispuestos a cooperar, además que el jefe de mantenimiento, permita realizar las pruebas de confirmación de panel o de circuito eléctrico mediante la maniobra de abrir y cerrar el breaker seccionador, fuera de la jornada laboral.

Complementar la información del comportamiento de carga contratando personal exclusivo para el levantamiento de carga eléctrica de las bifurcaciones de cada circuito eléctrico del edificio, siendo un trabajo un poco conflictivo por las prohibiciones de ingresos a las áreas administrativas.

Mantener una actualización continua de los planos eléctricos ya sea diagrama unifilares o de implantación, debido al aumento de cargas eléctricas que se viene dando actualmente en el edificio. El cual se les facilita conociendo la información de la acometida que los breakers seccionan, también la ubicación y niveles de carga de los Paneles Principales de distribución del Edificio Principal por medio de la presente Tesis.

Seguir modernizando el edificio con equipos eléctricos o electrónicos, que cuentan con mayor eficiencia energética como la iluminación por medio de luces led, que se aprecia en los corredores del edificio, permitiendo conservar el factor de potencia óptimo exigido por la Empresa Eléctrica Ecuatoriana y reducir el consumo o facturación energía.

Mejorar la señalética del cuarto de transformador y sistema eléctrico para no tener incidentes o accidentes eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano M. & Garzón F. (2012). "Banco de Transformadores". Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/junior198619/banco-de-transformadores>
- Conelec (2010), Regulación 002/10 Recuperado de: <http://www.conelec.gob.ec/normativa/REGULACION%20002-10.pdf> 2013/12/09 a las 21:19
- Eléctrica de Guayaquil (2012). Norma Acometidas cuartos de transformadores y sistema de medición para el suministro de electricidad NATSIM.
- Endesa Educa (2014). "Funcionamiento de los transformadores". Recuperado de: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores
- Flexotek (2010). Cable THWN/THHN. Recuperado de: <http://www.flexotek.com/page7s.pdf> 2014/02/26 08:25
- FondoNorma (2004). Código eléctrico Nacional 7 ed. Venezuela Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/codigo-electrico-nacional/codigo-electrico-nacional.pdf> 2013/12/09 a las 21:19
- Instituto Schneider de Formación (2010- 2011). Equipos didácticos de media tensión. España. Recuperado de: <http://www.schneider-electric.com/site/tasks/sites/press/docs/documents.local.productos-servicios.formacion-isef.150003K09.pdf> 2014/02/26 a las 01:11
- Norma Ecuatoriana de Construcción (2011). Energía Renovable NEC 11 cap. 14. Ecuador. Recuperado de: <http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.14-ENERGIAS%20RENOVABLES-021412.pdf> 2013/12/10 a las 00:19

Norma Ecuatoriana de Construcción (2011). Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador. NEC 11 cap13. Recuperado de: <http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.13-EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EN%20LA%20CONSTRUCCION%20EN%20ECUADOR-021412.pdf> 2013/12/10 a las 00:19

PROCOBRE. (N.H.). Calidad de la Energía. Tercera armónica. Recuperado de: http://www.procobre.org/archivos/peru/calidad_de_energia.pdf 2014/03/01 08:00.

Regional Distrito Capital Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnología de información. (2008). "Instalación eléctrica residencial" Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/3436564/Acometida-ELECTRICA>

TecnoJar (2006). Conductores THWN/THHN. Recuperado de: <http://www.tecnobar.com/tecnoshop/index.php?act=viewProd&productId=159> 2014/02/26 08:26

TecnoRed (2010). Conductores de cobre aislado. Recuperado de: <http://www.tecnored.cl/productos/2010/05/24/conductores-de-cobre-aislados-bt-thhn-thwn/> 2014/02/26 02:14

Condesa (2005). Acometida. Recuperado de: http://www.codensa.com.co/documentos/04_27_2005_4_31_37_PM_Acometidas%20web.pdf