



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

#### TESIS DE GRADO

#### TITULO:

**“IMPLEMENTACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”.**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

#### **Autor:**

Vergara Camacho Jaime Alejandro.

#### **Director:**

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando.

La Maná – Ecuador.

Noviembre, 2014.

## AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“Implementación General del Sistema de Puesta a Tierra en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

---

Vergara Camacho Jaime Alejandro.

C.I. 120555899-0

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el terna: **“Implementación General del Sistema de Puesta a Tierra en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”**, de Vergara Camacho Jaime Alejandro, egresado de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Noviembre 2014.

El Director.

---

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando.

**AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y  
EVALUACIÓN**

**TESIS DE GRADO**

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación por: el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:**

“IMPLEMENTACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, LA MANÁ”.

**REVISADA Y APROBADA POR:**

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando. -----

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL**

Ing. Mauricio Adrián Villacres Jirón. -----

Ing. Amable Bienvenido Bravo. -----

Lic. Ringo López Bustamante. -----

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mis padres, quienes no dudaron en ningún instante mi capacidad para conseguir mis objetivos.

Mis sinceros agradecimientos y admiración para mis catedráticos, quienes con nobleza y entusiasmo depositaron en mí sus vastos conocimientos y a la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná por las enseñanzas en ella recibidas.

Jaime Vergara.

## **DEDICATORIA**

El trabajo, esfuerzo, dedicación y la humildad son las cosas más trascendentales que le permiten al hombre alcanzar el éxito en la vida y es lo más valioso que he aprendido día tras día de los seres que amo como a mi vida misma: Ángel y Martha, mis queridos padres.

A la mujer de mi vida Jennifer por su amor, apoyo y comprensión en todo momento.

De manera especial a mi hijo por ser la fuente de inspiración para alcanzar las metas planteadas y la culminación del presente trabajo.

Jaime Vergara.

## ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Autoría	ii
Aval del director de tesis	iii
Aval de los miembros del tribunal	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice general	vii
Índice de contenido	viii
Índice de cuadros	x
Índice de gráficos	x
Índice de anexos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Fundamentación Teórica	1
1.1	Antecedentes Investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	2
1.2	Categorías Fundamentales	3
1.3	Marco Teórico	4
1.3.1	Resistividad y resistencia al suelo	4
1.3.1.1	Definición eléctrica de resistividad	4
1.3.1.2	Resistividad del terreno	5
1.3.1.3	Resistividad del suelo	5
1.3.2	Métodos de medición de la resistividad eléctrica del suelo	6
1.3.3	Selección e instalación del electrodo	7
1.3.4	Selección de los conductores y conexiones	8
1.3.5	Criterios de las tensiones de toque y paso	10
1.3.6	Sistema de instalación y puesta a tierra	11
2	Análisis e interpretación de resultados	16
2.1	Breve Caracterización de la empresa	16
2.1.1	Historia	16
2.1.2	Misión	18
2.1.3	Visión	18
2.2	Operacionalización de las Variables	19
2.3	Análisis e Interpretación de Resultados	20
2.3.1	Metodología de la Investigación	20
2.3.1.1	Tipos de Investigación	20
2.3.1.2	Metodología	21
2.3.1.3	Unidad de Estudio (Población y Muestra)	21
2.3.1.3.1	Población Universo	21
2.3.1.3.2	Tamaño de la muestra	22
2.3.1.3.3	Criterios de Selección de la Muestra	23



2.3.2	Métodos y Técnicas a ser Empleadas	24
2.3.2.1	Métodos	24
2.3.2.2	Técnicas	25
2.3.3	Resultados de las Encuestas	25
2.3.3.1	Resultados de la Encuesta Realizada	25
2.3.4	Análisis e Interpretación de los Resultados	31
2.4	Verificación de la Hipótesis	34
2.5	Diseño de la Propuesta	34
2.5.1	Datos Informativos	34
2.5.2	Justificación	35
2.5.3	Objetivos	36
2.5.3.1	Objetivo General	36
2.5.3.2	Objetivos Específicos	36
2.5.4	Descripción de la Aplicación	37
3	Validación de la Aplicación	38
3.1	Estudio y diseño del Sistema Eléctrico de Puesta a Tierra	38
3.1.1	Tipos de sistemas de Puesta a Tierra	39
3.1.1.1	Puesta a tierra para Sistemas Eléctricos	39
3.1.1.2	Puesta a tierra de los Equipos Eléctricos	39
3.1.1.3	Puesta a tierra en Señales Electrónicas	40
3.1.1.4	Puesta a tierra de Protección Electrónica	40
3.2	Construcción de la Puesta a Tierra	40
3.2.1	Parámetros técnicos	40
3.2.2	Procedimiento de la Puesta a Tierra	42
3.3	Estudio de Carga de la UTC- La Maná	44
3.3.1	Estudio de Carga y Demanda	44
3.3.2	Cálculo del Generador	45
3.3.2.1	Datos Técnicos del Generador a ser instalado	46
3.3.3	Dimensionamiento del Cableado de Fuerza	47
3.3.3.1	Datos técnicos del Conductor	48

3.4	Conclusiones	49
3.5	Recomendaciones	50
3.7	Referencias bibliográficas	51
3.8	Anexos	53

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Operacionalización de Variables	19
Cuadro No. 2	Población 1	22
Cuadro No. 3	Aleatorio Estratificado Proporcional	23
Cuadro No. 4	Eficiencia de Energía Eléctrica	25
Cuadro No. 5	Instalaciones Eléctricas son Seguras	26
Cuadro No. 6	Implementación de Generador Eléctrico	26
Cuadro No. 7	Generador Eléctrico para que Continúen las Clases	27
Cuadro No. 8	Ha perdido Clase por Falta de Energía Eléctrica	28
Cuadro No. 9	Cómo Considera la Iluminación en la UTC	28
Cuadro No. 10	Distribución de Tomacorrientes en Aulas	29
Cuadro No. 11	Instalaciones Eléctricas Riesgos para la Seguridad	30
Cuadro No. 12	Protección Instalaciones Eléctricas	30
Cuadro No. 13	Ruido del Generador Afectaría el Aprendizaje	31
Cuadro No. 14	Planilla para la Determinación de Demandas Unitarias	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Configuración geométrica del método Wenner	6
Gráfico No. 2	Configuración geométrica del método Schlumberger	7
Gráfico No. 3	Diagrama de flujo. Método IEEE	13
Gráfico No. 4	Grupo electrógeno adquirido	45
Gráfico No. 5	Conductor adquirido	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Encuesta Aplicada	54
Anexo No. 2	Perforación de suelo para instalar varillas a tierra	56
Anexo No. 3	Medición para distribución de varillas a tierra	56
Anexo No. 4	Aplicación del GEM	57
Anexo No. 5	Lectura digital de resistividad del suelo	57
Anexo No. 6	Conductor de puesta a tierra	58
Anexo No. 7	Empalmes en caja de revisión	58
Anexo No. 8	Instalación de varilla de tierra en tablero principal	59
Anexo No. 9	Conexiones puesta a tierra	59
Anexo No. 10	Sala del grupo electrógeno	60

## **RESUMEN**

El presente proyecto fue desarrollado enmarcado en el área de protección y buen funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos teniendo también como función fundamental la seguridad del personal que trabaja con los mismos, evitando que una corriente de falla o descargas atmosféricas pueda dañar el generador de energía instalado, que dio solución al desabastecimiento de energía eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, que ocurría cuando se daban los cortes de energía eléctrica en la ciudad, el objetivo principal de este proyecto era implementar el sistema de puesta a tierra de la carga instalada en la institución.

Este trabajo investigativo, contempla la solución a varios problemas que existen en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, uno de ellos se puede decir que es la disminución de voltaje en las diferentes aulas, debido a que estaban alimentadas con una red no balanceada.

Mediante los respectivos estudios se realizaron algunas modificaciones como: La implementación de la puesta a tierra la cual va a salvaguardar los equipos eléctricos y electrónicos que funcionen en la institución y disminuir la pérdida de energía debido a caídas de tensión por malos conductores.

Se propuso las características de los sistemas de protección eléctricos que se deben instalar, para el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones y alargar su tiempo de vida útil.

## **ABSTRACT**

The present project was framed in the field of protection and proper operation of electrical and electronic equipment by taking into account a fundamental function which is the security of the staff who works with them, so preventing that an electric current fault or a bolt of lightning could damage the installed generator. In fact, the generator gave a solution to the shortage of electricity supplies at the Cotopaxi Technical University La Maná when there were power cuts in the city. The principal objective of this project was to implement the system of being connected to ground of the installed generator in the institution.

The research work provided a solution to various problems at the Cotopaxi Technical University La Maná, and being one of them the decreasing of voltage in the different classrooms because of the electrical installations were not receiving a balanced charge.

According to the respective studies, some modifications were carried out such as: The implementation of connecting to ground which will safeguard the electrical and electronic equipment that are operating in the institution and the reduction of loss of energy due to drops in voltage for bad conductors.

The characteristics of electrical protection systems to be installed for the proper functioning of equipment and facilities were proposed to extend their lifetime.

## INTRODUCCIÓN

La electricidad, como todos podemos corroborar, ha sido, es y seguirá siendo un recurso importante para nuestra vida cotidiana. En la mayoría de nuestras actividades está presente, en hogares, en las calles, en los edificios, en los trabajos.

Para las instituciones de educación superior, es indispensable el suministro permanente de energía eléctrica, y tener una protección de sistemas a tierra que brinden la seguridad del sistema energético ante posibles fallas.

Este trabajo está dividido en tres capítulos que describen secuencialmente las etapas seguidas a lo largo del proyecto:

En el Capítulo 1 comprende toda la información teórica, se toma como referencia dos proyectos similares como punto de partida y antecedentes investigativos, se toman en cuenta categorías fundamentales que brindan el desarrollo del proyecto estudiando las componentes de un sistema de puesta a tierra hasta los principales materiales y explica cada uno de ellos en el marco teórico.

En el Capítulo 2 se expone una breve caracterización de la institución donde se realiza la aplicación, además se desarrolla un análisis e interpretación de resultados y se describen los métodos empleados, se proceden con los cálculos para seleccionar la muestra y se tabulan los resultados para obtener las conclusiones si es viable el proyecto.

En el Capítulo 3 se desarrolla la aplicación, se realiza el estudio de cómo se encontraba la institución y la forma en la que se encuentra después de la implementación del sistema de puesta a tierra. Luego se documenta todo el proceso de puesta a tierra y los cálculos de la instalación.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Una vez realizada las investigaciones en torno al tema, se presenta a continuación la información de dos proyectos similares.

#### *1.1.1 Proyecto 1*

**“Diseño y construcción de puestas a tierra para el colegio técnico industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE”**

#### *Resumen*

El presente trabajo de tesis nace debido a la necesidad que tenía el colegio industrial Gualaceo con la elaboración de puesta a tierra en sus diferentes dependencias , de tal manera que se cumplan las normas y recomendaciones emitidas por la IEEE, con la finalidad de brindar garantías, a personas, a equipos e instalaciones eléctricas .

El desarrollo de este proyecto inicia con la recopilación de información necesaria y adecuada, en función de la base teórica establecida se procede al levantamiento eléctrico de

la institución, ya que con el avance del tiempo el espacio físico ha sufrido cambios en su diseño original, los cuales no han sido debidamente documentados.

Finalizado el levantamiento eléctrico se concluyó que el establecimiento no cumple con la normativa y las especificaciones establecidas en el IEEE, motivo por el cual se determinó las dependencias que necesita un sistema de puesta a tierra, la ubicación física de estos sistemas y el tipo de puesta a tierra adecuado para cada uno de ellas; esto se realizó tomando en cuenta los siguientes parámetros: clasificación, uso y ubicación de los ambientes.

Con estos datos se elaboraron los correspondientes planos donde se detalla: la ubicación, distribución y el espacio que ocupan las diferentes dependencias, además se presenta el detalle de los diferentes sistemas eléctricos y sistemas de puesta a tierra construidos.

Los datos establecidos anteriormente nos dan la pauta para iniciar con la construcción de los diferentes sistemas de puesta a tierra, e punto de partida es la determinación de la resistividad del terreno, con la aplicación de las formulas correspondiente se diseñó y se construyeron cuatro mapas. (GOMEZ Pablo. 2010, p. 15)

### ***1.1.2 Proyecto 2***

#### **Análisis de sistemas de puesta a tierra: Planta Fleischmann -Ecuador**

##### ***Resumen.***

La planta de Fleischmann-Ecuador, ubicada en Durán, cuenta actualmente con un sistema de puesta a tierra compuesto por un electrodo en el cuarto de transformadores y un grupo de electrodos en el área de oficina.

La razón principal de la existencia de un sistema de puesta a tierra es la protección de las personas respecto a choques eléctricos producidos por contactos indirectos en una situación de falla.



El uso de sistemas eléctricos conectados a un sistema de puesta a tierra generalmente lleva asociada la presencia de altas corrientes como consecuencia de fallas a tierra. Realizar una evaluación de riesgos sustentada por una inspección a las instalaciones de una planta real. Conseguir que, con la ayuda de la normativa aplicable, se puedan sugerir prevenciones en el sistema de puesta a tierra.

Abarcar, en nuestro análisis de riesgos, otros tipos de factores de riesgo que no sean de carácter eléctrico, y sin embargo puedan afectar a quienes realizan labores relacionadas a los sistemas de puesta a tierra. Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Es posible obtener el valor de la resistencia a tierra en sistemas de puesta a tierra ya existentes, para esto se tienen varios métodos de medición de resistencia de una toma a tierra.

Consiste en hacer circular una corriente eléctrica a través del sistema de puesta a tierra objeto de estudio, midiendo al mismo tiempo los valores de caída de potencial que el paso de esta corriente provoca entre el sistema y un electrodo de potencial utilizado como referencia para la medición. Además del electrodo de potencial, el circuito está constituido por un electrodo de corriente cuya finalidad es cerrar el circuito que permite circular la corriente por el sistema a medir. (PORTILLA Jorge, 2010, p.20-26)

## **1.2 Categorías Fundamentales.**

- 1.2.1** Resistividad y resistencia del suelo.
- 1.2.2** Métodos de medición de la resistividad eléctrica del suelo.
- 1.2.3** Selección e instalación del electrodo.
- 1.2.4** Selección de los conductores y conexiones.
- 1.2.5** Criterios de las tensiones de toque y paso.
- 1.2.6** Sistema de instalación de puesta a tierra.

## **1.3 Marco Teórico.**

### ***1.3.1 Resistividad y resistencia del suelo.***

La resistividad eléctrica es la magnitud física que mide la resistencia que se opone al paso de la corriente, un material o cuerpo, además de una constante que depende de la naturaleza de la sustancia y que únicamente registra variaciones con los cambios de temperatura.

Debido a esto la resistividad es una propiedad de los materiales, los mismos que debido a su composición pueden llegar a ser conductores, semiconductores o aisladores; de esta manera la sustancia de un conductor perfecto tendrá una resistividad nula, y un aislador perfecto, una resistencia infinita. También es importante mencionar que la resistividad es inversamente proporcional a la conductividad eléctrica de dichos materiales, la cual constituye otra propiedad de la materia.

#### ***1.3.1.1 Definición eléctrica de resistividad.***

La intensidad de corriente por unidad de sección transversal recta, o densidad de corriente  $J$  en un conductor depende de la intensidad del campo eléctrico  $E$  y de la naturaleza del conductor. Entonces se define una característica del conductor denominada resistividad, simbolizada con la letra griega “ $\rho$ ”, como la razón de la intensidad del campo eléctrico a la densidad de la corriente:

$$\rho = \frac{E}{J}$$

Esto nos dice que la resistividad es la intensidad del campo eléctrico por unidad de densidad de corriente, cuanto mayor sea la resistividad, tanto mayor será la intensidad del campo eléctrico necesaria para establecer una densidad de corriente dada; o bien, tanto menor será la intensidad de corriente para una intensidad de campo eléctrico determinada.

### ***1.3.1.2. Resistividad del terreno***

Nuestro objetivo se enmarca principalmente en estudiar la resistividad del suelo propiamente dicha, ya que el factor más importante de la resistencia a tierra no es el electrodo en sí, sino la resistividad del suelo mismo, por ello es requisito conocerla para calcular y diseñar la puesta a tierra.

La resistividad del suelo es la propiedad que tiene este, para conducir la electricidad, es conocida como la resistencia específica del terreno. Cuando realizamos la medición, se promedian los efectos de las diferentes capas que componen el terreno bajo estudio, ya que estos no pueden ser uniformes en cuanto a su composición, obteniéndose lo que se denomina resistividad.

### ***1.3.1.3 Resistividad del suelo.***

La resistividad del suelo o tierra es la resistencia eléctrica del suelo al flujo de corriente continua y alterna. La unidad más común usada es el ohm-metro, teóricamente, la resistencia del terreno de cualquier sistema de tierra o electrodo, R, puede ser calculado usando la formula general de resistencia que es:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Dónde:

$\rho$  : Resistividad de la tierra (ohm-metro)

L: Longitud del trayecto del conductor (metros)

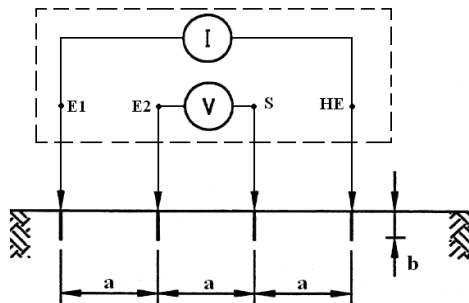
A: Área transversal del trayecto (metros cuadrados)

La resistividad del suelo es una constante proporcional que relata la resistencia de un sistema de tierra a la longitud del trayecto conducto y su área transversal. La resistividad puede variar ampliamente en diferentes medios del suelo.

### 1.3.2 Métodos de medición de la resistividad eléctrica del suelo.

Los métodos de medición de la resistividad del suelo que han sido aplicados principalmente son el método de Wenner y Schlumberger.

El método de Wenner generalmente es la técnica más utilizada, este método fue desarrollado por Frank Wenner en el año de 1915. En este tipo de arreglo la configuración de los electrodos permanece geoméricamente semejante a sí misma. Los electrodos de corriente se denotan como  $E_1$  y  $HE$ , y los de potencial como  $E_2$  y  $S$ . Los electrodos de potencial son colocados entre los electrodos de corriente a distancias iguales. (OJEDA, Nerio. 2000, pág. 14-26)



**Gráfico 1. Configuración geométrica del Método Wenner.**

El método Wenner consiste, en aumentar de forma progresiva la distancia entre los electrodos manteniendo el punto central fijo. El volumen de suelo en estudio es equivalente a un hemisferio de radio igual a la separación entre los electrodos.

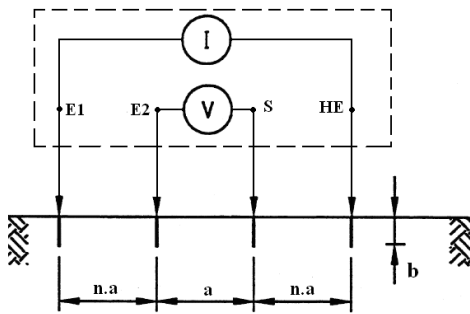
Básicamente a medida de que aumenta la distancia entre los electrodos de corriente, mayor es la profundidad de penetración de la misma pero su densidad disminuye. Por otro lado al aumentar la distancia entre los electrodos de potencial, la medición de la resistividad aparente de los diferentes estratos del suelo se hace más representativa y confiable.

**El método de Schlumberger** es una versión modificada del método de Wenner; este método nos da una mejor sensibilidad para pruebas a mayores distancias. Su nombre proviene del científico Conrad Schlumberger quien fue el que propuso la geometría de arreglo. En el arreglo de Schlumberger una de las distancias, de los dos pares de

electrodos, es mucho mayor con respecto a la otra, ya que se busca hacer despreciable la distancia entre los electrodos de potencial en comparación con la de los electrodos de corriente.

Al igual que en el arreglo de Wenner, y por conveniencia, los electrodos de corriente se denotan como E<sub>1</sub> y HE, y los de potencial como E<sub>2</sub> y S.

El proceso de medición de campo consiste en separar progresivamente los electrodos de corriente dejando fijos los de potencial alrededor del punto fijo del arreglo. La profundidad de estudio de las resistividades aparentes del suelo está determinada por la mitad de la separación entre los electrodos de corriente.



**Gráfico 2. Configuración geométrica del Método Schlumberger.**

### ***1.3.3 Selección e instalación del electrodo.***

Los arreglos de electrodos más utilizados constan de barras enterradas, las cuales se fabrican usualmente de acero con recubrimiento de cobre, con una longitud mínima de 2,44m, cuyos diámetros más comunes son 0,016m y 0,019m (5/8'' y 3/4'').

La expresión analítica para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de este tipo de electrodos se expone a continuación.

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left[ \ln \left( 8 \cdot \frac{L}{d} \right) - 1 \right]$$

R: resistencia de puesta a tierra de la barra [ $\Omega$ ]:

$\rho$ : resistividad del terreno [ $\Omega \cdot m$ ].

d: diámetro de la barra [m].

L: longitud de la barra [m].

### ***1.3.4 Selección de los conductores y conexiones***

Cada elemento del sistema de puesta a tierra debe ser seleccionado para el tiempo de vida útil de la instalación, además el elemento tendrá que:

- A. Poseer una alta conductividad, para así no contribuir a diferencias de potenciales locales.
- B. Resistir la fusión y el deterioro mecánico bajo las condiciones más adversas de magnitud y duración de una falla.
- C. Ser mecánicamente confiable y con alto grado de resistencia.
- D. Ser capaz de mantener sus funciones, inclusive estando expuesto a la corrosión o abuso físico.

A continuación se presentan los materiales comúnmente utilizados en elementos para sistemas de puesta a tierra y como estos se ven afectados por la corrosión.

**El cobre** es un material comúnmente usado en los sistemas de puesta a tierra. Los conductores de cobre además de una alta conductividad, tiene la ventaja de ser resistentes a la mayor parte de la corrosión subterránea ya que el cobre es catódico con respecto a la mayoría de los otros metales que son igualmente enterrados en la zona.

**Acero con revestimiento de cobre** se utiliza principalmente en la fabricación de barras y electrodos de profundidad, aunque también en ocasiones la de puesta a tierra. Por lo tanto el uso de acero con revestimiento de cobre de mayor o menor grado, asegura que la integridad de una red subterránea será conservada por años, siempre que los conductores sean del calibre adecuado y no estén dañados y que las condiciones del suelo no favorezcan la corrosión de este material.

**El aluminio** es utilizado con menor frecuencia en las de puestas a tierra, debido a que este se puede corroer en ciertos suelos, la capa de material corroído es mala conductora en

detrimento de todos los propósitos prácticos del sistema de puesta a tierra.

La corrosión gradual ocasionada por corrientes alternas también puede ser un problema, bajo ciertas condiciones.

El aluminio solamente se debe usar después de una completa investigación de todas las circunstancias, a pesar del hecho que, como el acero, este alivia el problema de contribuir a la corrosión de otros objetos enterrados. Sin embargo, el aluminio es anódico para muchos metales, incluyendo el acero y si es interconectado a uno de estos metales en la presencia de un electrolito, el aluminio se sacrificará así mismo para proteger al otro metal. Si se utiliza el aluminio, se recomienda utilizar materiales eléctricos con altos niveles de pureza, por ser más confiables que la mayoría de las aleaciones.

**El acero** se puede utilizar tanto en los conductores de las puesta a tierra como en las barras. Por supuesto que tal diseño requiere poner más atención a la corrosión. El uso del acero galvanizado o el uso del acero resistente a la corrosión, en combinación con protección catódica, es común para sistemas de puesta a tierra de acero.

Los conductores de terminales a tierra que dirigen la corriente de los rayos, rara vez requieren mayor consideración. El calibre del conductor seleccionado de acuerdo a los requisitos de corriente de falla, comúnmente es también adecuado para soportar una sobretensión originada por una descarga a atmosférica.

En realidad, los requisitos de fiabilidad mecánica serán los parámetros fundamentales en la selección del calibre del conductor. Mientras podría considerarse apropiado para el diseñador establecer los calibres mínimos de acuerdo a las condiciones del lugar.

Todas las conexiones realizadas en la puesta a tierra, se deben examinar y evaluar a fin de asegurar que estas cumplan con todos los requerimientos generales exigidos al conductor utilizado para la construcción del sistema de puesta a tierra.

- A. Conductividad eléctrica suficiente.
- B. Resistencia a la corrosión.
- C. Capacidad de corriente de carga
- D. Fuerza mecánica.

Estas conexiones deben ser lo suficientemente sólidas para soportar el efecto del calentamiento y para soportar los esfuerzos mecánicos originados por fuerzas electromagnéticas de las máximas corrientes de fallas y estar preparadas para resistir la corrosión a lo largo de la vida útil de la instalación. (DIAZ, Pablo. 2001. Pág. 297-300)

### ***1.3.5 Criterios de las tensiones de toque y paso.***

A la frecuencia de 60Hz, se puede considerar que el cuerpo humano se comporta como una resistencia. Típicamente se considera la trayectoria de corriente desde una mano a los pies o de un pie hacia el otro.

La resistencia interna del cuerpo se ha determinado alrededor de unos 300Ω, en donde los valores de la resistencia del cuerpo incluyen los rangos de la resistencia de la piel entre 500Ω a 3000Ω tal como lo sugieren Dalziel, Geddes y Baker, Gieiges, Kiselev, y Osypka, en sus investigaciones.

La resistencia corporal disminuye cuando se daña o se perfora la piel en el punto de contacto con la corriente.

Extensas pruebas realizadas por Dalziel para determinar las corrientes de soltura seguras con los pies y las manos húmedas con agua salada, arrojaron que en los hombres, a una frecuencia de 60Hz, la corriente fue de 9mA, los voltajes correspondientes fueron 21V de mano a mano y de 10,2V de manos a pies. Basándonos en este experimento la resistencia de corriente alterna para un contacto de mano a mano es igual a 2330Ω y la resistencia de mano a pies es igual a 1130Ω. (IEEE Std 80-2000. 2000, pág. 13)

A fin de establecer un parámetro simple, la IEEE asume las siguientes



simplificaciones de las resistencias en serie con la resistencia corporal:

- A. La resistencia de contacto de mano y pie es igual a cero.
- B. La resistencia del guante y un zapato es igual a cero.

Fijando para el desarrollo de todos los cálculos subsiguientes el valor de  $1000\Omega$ , el cual representa la resistencia corporal desde las manos hasta los pies, también de mano a mano o desde un pie hacia el otro.

$$R_B = 1000\Omega$$

Debemos tener presente que al seleccionar una resistencia con un valor de  $1000\Omega$  se relaciona al valor de la corriente, como, el paso de la corriente entre la mano y el pie o ambos pies, donde la mayor parte de ella pasa a través de los órganos vitales del cuerpo humano, incluyendo al corazón. Generalmente se reconoce que la circulación de corriente que va de un pie hacia el otro es menos peligrosa. (IEEE Std 80-2000. 2000, pág. 109)

Refiriéndose a pruebas realizadas sobre animales en Alemania por Loucks se menciona que se alcanzaron corrientes mucho más elevadas de pie a pie que de mano a pie para producir la misma densidad corriente en la región del corazón, Loucks establece que la relación es tan alta como 25:1.

Basándonos en estas conclusiones, los valores de resistencia mayores a  $1000\Omega$  se podrían permitir, donde es concerniente el paso de corrientes de un pie hacia el otro, debido a que el voltaje entre pies es doloroso pero no fatal, sin embargo esto podría resultar en la caída de una persona, ocasionando la circulación de mayores corrientes en el área del corazón.

### ***1.3.6 Sistema de instalación de puesta a tierra.***

Un sistema de puesta a tierra se puede definir como un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objetivo de evitar diferencias de potencial peligrosas en equipos, instalaciones, edificios y terrenos o superficies próximas, cuando corrientes de falla o de descarga de origen atmosférica drenen a dicho sistema. Estas corrientes

llegan al sistema de puesta a tierra por medio de uniones metálicas directas, que unen a todos los equipos o partes de una instalación al sistema de puesta a tierra. (MARTI, José. 2007. Pág. 136)

La denominación de puesta a tierra comprende cualquier ligazón metálica directa, sin ningún elemento de desconexión o seccionamiento, de sección suficiente, entre una parte de una instalación y un electrodo o placa metálica, de dimensiones y situaciones tales que, en todo momento, pueda asegurarse que el conjunto está prácticamente al mismo potencial de la tierra. La práctica de los sistemas de puesta a tierra tiene por objetivo primordial proteger al personal de planta y a los equipos que la conforman de daños ocasionados por tensiones peligrosas inducidas por fallas en el sistema eléctrico o por descargas atmosféricas.

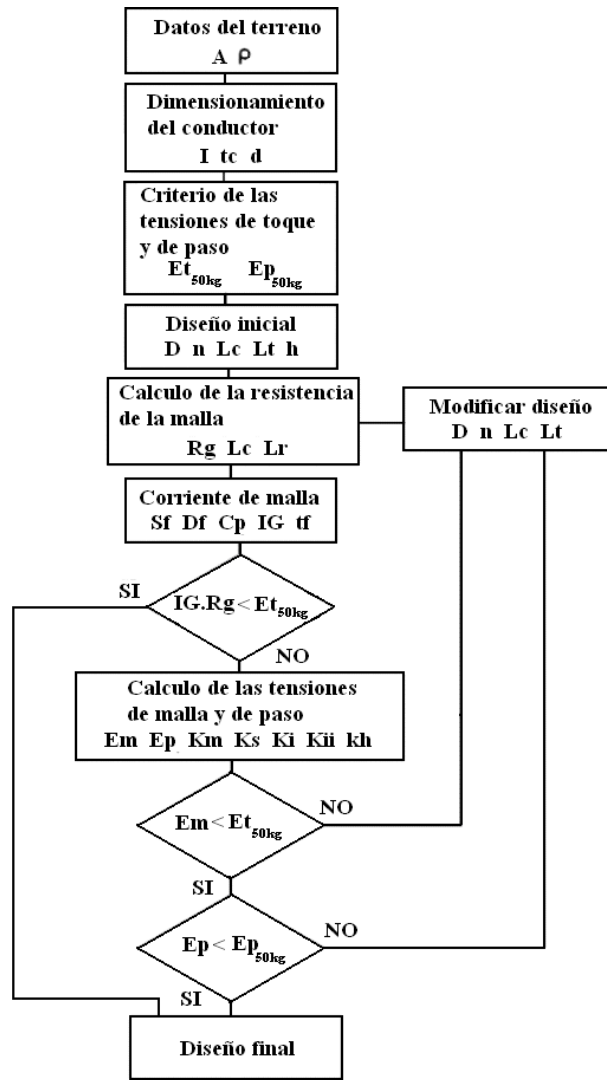
Esto es logrado mediante los siguientes objetivos de diseño:

- A. Proveer una trayectoria de retorno a la corriente de falla de baja impedancia, en orden de activar las protecciones y despejar o dar la señal de alarma correspondiente en caso de falla lo más rápido posible.
- B. Limitar las tensiones producidas en las estructuras de la estación y equipos accesibles a los operarios de la planta, tanto en condiciones de operación normal, como durante condiciones transitorias de falla.
- C. Minimizar el ruido eléctrico en sistemas de instrumentación y de control.
- D. Minimizar el efecto de las descargas atmosféricas en el personal, equipos.
- E. Proporcionar medios para disipar corrientes eléctricas a tierra sin exceder los límites de operación de los equipos.
- F. Asegurase que cualquier persona en las cercanías de las instalaciones de puesta a tierra no se exponga al peligro de un choque eléctrico.

Entre los métodos de cálculos de los sistemas de puesta a tierra tenemos:

- Método IEEE.
- Método Electromagnético de las Imágenes.

**El método IEEE** se basa en la norma IEEE Std 80-2000 e IEEE Std 665-1995. El procedimiento de cálculo de este método puede ser resumido en el siguiente diagrama de flujo.



**Gráfico 3. Diagrama de flujo. Método IEEE.**

A: área del sistema a tierra

[m<sup>2</sup>].

ρ: resistividad del terreno [Ω.m].

I: valor rms de la corriente a través del conductor del sistema a tierra

[kA]. tc: duración de la corriente de falla [s].

d: diámetro del conductor del sistema a tierra [m].

E<sub>t50kg</sub>: tensión de toque permitida para una persona de 50kg de peso [V].

$E_{p50kg}$ : tensión de paso permitida para una persona de 50kg de peso [V].

D: distancia entre dos conductores paralelos de los electrodos[m].

n: número de conductores paralelos en una dirección.  $L_c$ :

longitud total de los conductores [m].

$L_t$ : longitud total del conductor enterrado [m].

h: profundidad a la que se encuentra enterrada los electrodos[m].

$R_g$ : resistencia de puesta a tierra [ $\Omega$ ].

$L_r$ : longitud total de las barras [m].

$S_f$ : factor de división de la corriente de falla.

$D_f$ : factor de decremento.

$C_p$ : factor de proyección por corrección.

$I_G$ : corriente máxima a través del sistema de puesta a tierra [A].

$t_f$ : duración de la corriente de falla [s].

$E_m$ : tensión del sistema

[V].  $E_p$ : tensión de paso

[V].

$K_m$ : factor de corrección geométrico de la tensión del sistema.

$K_s$ : factor de corrección geométrico de la tensión de paso.

$K_i$ : factor que toma en cuenta el aumento de la corriente en los extremos de los electrodos.

$K_{ij}$ : factor de corrección que ajusta el efecto de los conductores en las esquinas del sistema a tierra.

$K_h$ : factor de corrección que ajusta los efectos de la profundidad del sistema a tierra.

### **Ventajas del método IEEE:**

- Puede ser utilizado en forma rápida.
- No requiere de recursos computacionales.

- El número máximo de conductores en una dirección es 25.
- Sólo permite obtener las tensiones de toque y de paso máximas del arreglo.
- No considera la proximidad de otros sistemas de puesta a tierra.

**El método electromagnético de las imágenes** tiene por objetivo el cálculo de los potenciales en el terreno y la resistencia del circuito predefinido para un sistema de puesta a tierra en un terreno compuesto por varios estratos.

**Ventajas del método electromagnético de las imágenes:**

- Permite analizar arreglos mixtos e irregulares.
- Constituidos por conductores instalados en planos paralelos al de la superficie del terreno, jabalinas y pozos de puesta a tierra.
- No tiene ningún tipo de restricción respecto al número de electrodos, su separación y profundidad.
- El modelo del suelo puede ser homogéneo o biestratificado.
- Permite calcular la distribución de potencial para cualquier trayectoria de interés y sus respectivas tensiones de toque y de paso.
- Permite considerar la proximidad de otros arreglos de puesta a tierra.
- Permite diseñar o evaluar sistemas de puesta a tierra cuyas zonas de influencia se solapen.
- Permite simular la presencia de elementos metálicos enterrados en las proximidades del arreglo de puesta a tierra de interés y analizar fenómenos de transferencia de potencial por tierra.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

#### **1.1 Breve Caracterización de la Institución.**

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná que está ubicada en las calle los Almendros y Pujilí, en el Barrio el Progreso, Cantón La Maná.

##### ***2.1.1 Historia.***

La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en 1998, como propuesta de campaña del Movimiento Popular Democrático, para participar en las elecciones a concejales de La Maná. Indudablemente, conocíamos que varios de nuestros compañeros de Partido habían luchado por la creación de la Universidad en la ciudad de Latacunga y estaban al frente de la misma, lo cual nos daba una gran seguridad que nuestro objetivo se cumpliría en el menor tiempo. Sin embargo, las gestiones fueron arduas y en varias ocasiones pensamos que esta aspiración no podría hacerse realidad.

Ahora la pregunta era: ¿dónde podría funcionar la Universidad? Gracias a la amistad que manteníamos con el Lic. Absalón Gallardo, Rector del Colegio Rafael Vásconez Gómez, conseguimos que el Consejo Directivo de esta institución se pronunciara favorablemente para la celebración de un convenio de prestación mutua por cinco años. El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la Escuela Consejo Provincial de Cotopaxi. El Dr. Alejandro Acurio fue nombrado Coordinador Académico y Administrativo y como secretaria se nombró a la Srta. Alba De La Guerra. El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003.

Esta resolución avalaba el funcionamiento de las universidades dentro de su provincia. Desvirtuándose así las presunciones de ilegalidad sostenidas por el Alcalde de ese entonces, Ing. Rodrigo Armas, opositor a este proyecto educativo; quien, tratando de desmoralizarnos y boicotear nuestra intención de tener nuestra propia universidad, gestionó la presencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el cantón; sin entender que mientras más instituciones educativas de este tipo abrieran sus puertas en nuestro cantón, la juventud tendría más opciones de desarrollo. La historia sabrá juzgar estas actitudes. El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el Colegio Rafael Vásconez Gómez, con las especialidades de Ingeniería Agronómica (31 alumnos, Contabilidad y Auditoría (42 alumnos). En el ciclo académico marzo – septiembre de 2004 se matricularon 193 alumnos y se crearon las especialidades de Ingeniería en Electromecánica, Informática y Comercial. En el ciclo abril - septiembre del 2005, se incorpora la especialidad de Abogacía. El 6 de marzo del 2006, a partir de las 18h00 se inauguró el nuevo ciclo académico abril – septiembre del 2006, con una población estudiantil de más de 500 alumnos.

El Arq. Francisco Ulloa, el 5 de agosto de 2008, en asamblea general con los docentes que laboran en La Maná, presentó de manera oficial al Ing. Tito Recalde

como nuevo coordinador. El Ing. Alfredo Lucas, continuó en La Maná en calidad de asistente de coordinación. La presencia del Ing. Tito Recalde fue efímera, puesto que, a inicios del nuevo ciclo (octubre 2008-marzo 2009, ya no se contó con su aporte en este cargo, desconociéndose los motivos de su ausencia. En el tiempo que la UTC—LA MANÁ se encuentra funcionando ha alcanzado importantes logros en los diversos campos. Fieles a los principios que animan la existencia de la UTC, hemos participado en todas las actividades sociales, culturales y políticas, relacionándonos con los distintos sectores poblacionales y llevando el mensaje de cambio que anhela nuestro pueblo.

### ***2.1.2 Misión.***

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

### ***2.1.3 Visión.***

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.



## 2.2 Operacionalización de las Variables

CUADRO N° 1

### OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Sistema de puesta a tierra	Tipo de sistema a instalar	Sistema de Puesta a Tierra	Oficina Laboratorios Aulas Pasillos	Encuesta
	Diagnóstico del Material	Equipos Instalados	Principales Secundarios	Entrevista
	Protecciones a equipos	Conductores electrodos  Disyuntores		Observación
Resistividad	Equipos de medición	Voltímetro		Encuesta
	Potencia	Ohmímetro		Encuesta
	Voltaje	Amperímetro		Encuesta
	Resistencia	Teluro metro		Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

## **2.3 Análisis e Interpretación de Resultados.**

### ***2.3.1 Metodología de la Investigación.***

#### ***2.3.1.1 Tipos de Investigación.***

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizará la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y suficientes de la instalación del sistema de puesta a tierra; estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: Demanda, dimensionamiento, precios, protecciones, entre otros.

Además, la investigación utilizará la investigación descriptiva que permitirá conocer en forma detallada las características de los potenciales de los generadores de emergencia y los procesos de instalación, administrativos, financieros y comerciales. Nos facilitará la evaluación de los estudios de técnicos, conocer las características técnicas de la demanda, los precios, la infraestructura, equipos, maquinarias y recursos humanos.

Adicionalmente, el trabajo investigativo a realizarse utilizará estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre la demanda de la carga instalada y la instalación del sistema de puesta a tierra.
- Relación existente entre la resistividad del suelo y el número de electrodos a instalar.

Asimismo, la investigación que se va a realizar utilizará estudios explicativos, que servirá para conocer al detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

### ***2.3.1.2 Metodología.***

El trabajo a realizarse se fundamentará en el diseño experimental mediante el estudio del sistema de puesta a tierra que se deberá implementar de manera primordial, porque este estudio es el punto de partida del proyecto, el estudio de carga es un análisis de la potencia de todos los aparatos, elementos y equipos instalados en la Universidad.

Una demanda proyectada es la que se tiene utilizando el valor del transformador que se encuentra instalado en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, que es de un valor de 50 KVA puesto que para realizar el dimensionamiento de este transformador ya se realizó un estudio parecido al que vamos aplicar en el dimensionamiento del generador.

Mediante la experimentación del estudio de carga se podrá determinar las condiciones técnicas como calibres de conductores mediante cálculos aplicados a las instalaciones de la Universidad y con estos datos podremos experimentalmente dimensionar la capacidad del generador eléctrico que se plantea instalar en el proyecto.

### ***2.3.1.3 Unidad de Estudio (Población y Muestra).***

#### ***2.3.1.3.1 Población Universo.***

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por las poblaciones de los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

**CUADRO N° 2  
POBLACIÓN 1**

<b>Estrato</b>	<b>Datos</b>
Empleados	8
Docentes	55
Estudiantes	624
<b>Total</b>	<b>687</b>

Fuente: Secretaria UTC – La Maná, año 2011.  
Realizado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro.

**2.3.1.3.2 Tamaño de la muestra.**

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Donde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

**Desarrollo de la fórmula:**

$$n = \frac{687}{(0,05)^2 (687 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{687}{(0,0025) (686) + 1}$$

$$n = \frac{687}{1.715 + 1}$$

$$n = \frac{687}{2.715}$$

$$n = 253$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 253 personas a encuestar.

### 2.3.1.3.3 Criterios de Selección de la Muestra.

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional, por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 3**  
**ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL**

<b>Estrato</b>	<b>Población</b>	<b>Fracción Distributiva</b>	<b>Muestra</b>
Empleados	8	0.3682678	3
Docentes	55	0.3682678	20
Estudiantes	624	0.3682678	230
<b>Total</b>	<b>687</b>		<b>253</b>

Realizado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{253}{687}$$

$$f = 0.3682678$$

Donde:

**f**= Factor de Proporcionalidad

**n**= Tamaño de la Muestra

**N**=Población Universo

Por tanto, se debe aplicar 3 encuestas a empleados, 20 encuestas a docentes, 230 encuestas a los alumnos según los datos que se presentan en el cuadro.

## ***2.3.2 Métodos y Técnicas a ser Empleadas***

### ***2.3.2.1 Métodos.***

La investigación aplicará inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizaran para todas las instalaciones existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, además los aspectos positivos que se obtendrán, serán recomendados para su aplicación a lo largo de todas las instituciones del país.

Se utilizará deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del generador debe complementarse con lineamientos que mitiguen los efectos negativos de los cortes de energía imprevistos.
- La tecnología electromecánica es la base de la instalación de generadores, por tanto la electromecánica será la base para la el montaje del generador en los predios de la universidad.

Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar las partes del montaje del generador y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente el experimento.

- Se considera que los elementos son: Calculo de la demanda requerida, Dimensionamiento de la capacidad del generador, Sistema de control.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: La carga instalada, demanda de energía, y los sistemas de protecciones.

Finalmente mediante la síntesis, se estudiará los elementos establecidos del **Montaje de un Generador de Emergencia** (Se hace necesario incluir el estudio de carga y la elaboración de los manuales de especificaciones técnicas), con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

### ***1.3.2.2 Técnicas.***

El levantamiento de datos se realizará mediante encuestas y observaciones aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, observaciones de campo según Operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se fundamentará con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

## ***2.3.3 Resultados de las Encuestas***

### ***2.3.3.1 Resultados de la Encuesta Realizada a los Empleados, Docentes y Estudiantes.***

#### **1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la UTC- La Maná?**

**CUADRO No. 4**  
**EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	58	23%
Malo	64	25%
Regular	131	52%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** En el gráfico se puede observar que el 52% de encuestados opinan que la eficiencia de la energía es regular, el 25% consideran que es malo y el 23%

dicen que es bueno. La mayor parte de los encuestados consideran que el servicio de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi no es eficiente debido a la falta de mantenimiento y las malas condiciones de las instalaciones.

**2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la UTC-La Maná son seguras?**

**CUADRO No. 5**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON SEGURAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	64	25%
No	189	75%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** La mayor parte de todas las personas encuestadas piensan que las instalaciones eléctricas en la UTC no son seguras y esto corresponde el 75%, y el 25% dicen que sí son seguras. Como la mayor parte de los encuestados son estudiantes que día a día están dentro de la UTC y se dan cuenta de las malas condiciones de las instalaciones eléctricas, es normal que piensen que no son seguras y podrían ocasionar un accidente en cualquier momento.

**3. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC-La Maná?**

**CUADRO No. 6**  
**IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	228	90%
No	25	10%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..



**Análisis:** El 90% de las personas encuestadas en la Universidad Técnica de Cotopaxi expresan que si es necesaria la implementación de un generador eléctrico, y el 10% dicen que no es necesario. La gran mayoría quienes conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi dicen que si es necesaria la implementación de un generador eléctrico, ya que es de mucha importancia tanto como en docentes y estudiantes para poder continuar con las labores académicas en caso de cortes de energía imprevistos.

**4. ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases si existiera un corte de energía?**

**CUADRO No. 7**  
**GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	202	80%
Malo	20	8%
Regular	31	12%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** En este grafico se puede constatar que el 80% de las personas encuestadas consideran que es bueno la implementación de un generador eléctrico, el 12% que es regular, y el 8% que es malo. Debido a los cortes de energía eléctrica imprevistos las actividades académicas se paralizan por lo que sería de mucho beneficio para la universidad la instalación de un generador eléctrico, para así poder continuar con las horas de clases establecidas especialmente en la sección nocturna.

5. ¿Usted ha perdido horas clase por falta de energía eléctrica durante su carrera en la universidad?

**CUADRO No.8**

**HA PERDIDO CLASE POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	175	69%
No	78	31%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** En el gráfico se puede apreciar que el 69% de los encuestados dicen que si han perdido horas de clases por falta de energía eléctrica, y el 31% dicen que no han perdido horas de clases. Para la mayor parte de los encuestados que son estudiantes, docentes y personal que labora en la universidad, alguna vez han perdido de continuar con sus labores debido a un corte de energía, por lo que es evidente la necesidad de implementar un generador eléctrico.

6. ¿Cómo considera el grado de iluminación en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas?

**CUADRO No.9**

**CÓMO CONSIDERA LA ILUMINACIÓN EN LA UTC**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	44	17.39%
Malo	84	33.20%
Regular	125	49.41%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** Como podemos darnos cuenta en el gráfico que el 49,41% de los encuestados consideran que el grado de iluminación en la Universidad Técnica de Cotopaxi es regular, el 33,20% que es malo, y el 17,39% que es bueno. El grado de iluminación en la institución es regular debido a la falta de luminarias en los pasillos al igual que en las aulas, la falta de mantenimiento perjudica al desarrollo de las actividades.

**7. ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes en las aulas de la UTC-La Maná?**

**CUADRO No. 10**  
**DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	33	13%
Malo	123	49%
Regular	97	38%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** En el gráfico podemos observar que el 49% de las personas encuestadas consideran que la distribución de los tomacorriente en las aulas es malo, el 38% que es regular, y el 13% dice que el estado de los tomacorriente es bueno. La mayoría de las personas que usan las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi consideran que la distribución de los tomacorrientes es mala y que les gustaría que se encuentren en buen estado y de acuerdo a la necesidad que se lo requiera en cada aula, para así poder hacer uso de ellos sin ninguna dificultad.

**8. ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?**

**CUADRO No. 11**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	173	68%
No	80	32%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** Como se observa en el grafico el 68% de los encuestados nos dice que las instalaciones eléctricas existentes presentan un alto riesgo el mismo que atenta contra la seguridad de los estudiante, y el 32% nos dice que no afecta en nada. El estado actual de las instalaciones eléctricas en la institución representa un gran riesgo para la seguridad de los estudiantes, y el personal que labora en ella, el estado las cajas de distribución y de las conexiones son malas, están expuestas y sin ajustar.

**9. ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC- La Maná cuentan con protecciones adecuadas?**

**CUADRO No.12**  
**PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	33	13%
Malo	100	40%
Regular	120	47%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** Mediante el gráfico se puede observar que el 47% de encuestados opinan que las protecciones de las instalaciones eléctricas son regulares, el 40% dice que son malas y el 13% expresa que son buenas. Los tableros primarios y secundarios que existen en la universidad no cuentan con las protecciones eléctricas adecuadas para la manipulación de personas, estos están sin las tapas u las barras y cables se encuentran a la vista y estas flojas las conexiones por lo que hacen cortocircuito.

**10. ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?**

**CUADRO No.13  
RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	111	44%
No	142	56%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

**Análisis:** En el gráfico se puede observar que el 44% de los encuestados nos dice que si afecta el ruido del generador al aprendizaje mientras que el 56% de los encuestados manifiestan que el ruido no afectaría al aprendizaje. El ruido que genera un grupo electrógeno no afecta la enseñanza aprendizaje de los estudiantes, ya que este se lo podría ubicar en un lugar apropiado y a una distancia determinada de las aulas.

### ***2.3.4 Análisis e Interpretación de los Resultados.***

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes, estudiantes y empleados de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, se procede a analizar cada una de las preguntas que contiene el cuestionario de encuesta aplicado, información que

nos permitirá establecer parámetros para realizar una correcta planificación del proyecto de estudios de cargas eléctricas para dimensionar un generador eléctrico a diesel como fuente de energía de respaldo, posteriormente será de mucha ayuda para el mejoramiento de las actividades académicas y administrativas.

### **Conclusión:**

- En el Cantón La Maná la distribución de energía eléctrica se realiza a un voltaje de 13.8 Kv por parte de la empresa eléctrica local, pero el problema es que en las horas pico de consumo el voltaje sufre una caída de tensión que afecta a la Universidad debido a los equipos que están instalados en su mayoría son computadoras que se ven afectadas en su funcionamiento.
- En un inicio cuando se construyó el edificio académico de la Universidad el proyecto comprendía una alimentación de un voltaje de 230 Vac monofásico, pero luego debido al incremento de la demanda se instaló un transformador trifásico que se conectó a la instalación eléctrica antes existente, por lo que una de las líneas quedo sin carga y esto produce un desbalance en el transformador que afecta al funcionamiento normal.
- El estado de las instalaciones dentro de la institución están en malas condiciones, las cajas de distribución están totalmente dañadas y representan un gran riesgo para los estudiantes y equipos instalados por lo que requiere un mantenimiento adecuado.
- Debido a que los cortes de energía imprevistos afectan al desarrollo de las actividades académicas de la institución, especialmente en la noche que las clases se suspenden, los encuestados manifiestan que si es necesario la instalación de un generador eléctrico para continuar con las actividades.
- La mayoría encuestados dijeron que alguna vez si han perdido clases por la falta de energía eléctrica, además la iluminación no es adecuada , la

distribución de los tomacorrientes es mala y muchos se encuentran en mal estado, también consideran que las instalaciones eléctricas existentes representan un riesgo para ellos, adicional no cuentan con protecciones eléctricas adecuadas.

- Por todos los datos y opiniones obtenidas de los encuestados nos damos cuenta que es viables realizar un estudio de cargas apropiado, una reingeniería en las instalaciones eléctricas, además la instalación de un generador eléctrico provisto de protecciones, un balance de cargas y una adecuación en la distribución eléctrica de la institución.

### **Recomendaciones:**

- Se recomienda inicialmente realizar un estudio de cargas mediante un cálculo de la demanda, tomando en cuentas todos los equipos instalados como luces, computadores, tomacorrientes, etc. Mediante este cálculo obtendremos la potencia máxima y el consumo, para así poder dimensionar la potencia del generador eléctrico, la distribución de las cargas y los calibres de conductores que soporten carga de la Universidad.
- La red de alimentación actual de la institución es trifásica por lo que se recomienda realizar un proyecto para acoplar la instalación antigua a la red trifásica del transformador, además se debería instalar protecciones adecuadas como disyuntores para en caso de un cortocircuito o cualquier tipo de falla estén protegidas los demás equipos e instalaciones.
- El tablero de distribución principal debería dotarse de protecciones y los conductores que tengan menos empalmes ya que esto no es la forma en que se deberían tener las conducciones eléctricas por el riesgo que representan, los tableros secundarios ubicados en cada bloque no tienen cubierta ni están aislados.

- Tratar de mejorar la iluminación ya que esto es un factor importante en el aprendizaje, dar mantenimiento continuo a luces y tomacorrientes, debido a los cortes de energía se recomienda constar con un sistema de generación de energía eléctrica de respaldo como es el tema que vamos a tratar de solucionar en la presente investigación.

## **2.4 Verificación de la Hipótesis.**

Para la realización del presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis, “LA IMPLEMENTACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TIENE UN EFECTO SIGNIFICATIVO EN LA PROTECCIÓN DE LA CARGA INSTALADA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ”.

A continuación redactamos algunos argumentos que confirman la hipótesis.

- La Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, no cuenta con un sistema de puesta a tierra, que garantice el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos en la institución y el dimensionamiento de las protecciones.
- Las continuas pérdidas de labores en la institución por los cortes imprevistos de energía, donde se interrumpen las labores que ocasionan que los estudiantes tengan vacíos y limita su aprendizaje, a más de eso el número de estudiantes y docentes que pierden de trabajar.

## **2.5 Diseño de la Propuesta**

### ***2.5.1 Datos Informativos***

**Nombre de la institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná.

**Dirección:** Av. Los almendros y Pujilí.

**Teléfono:** (03) 2688443

**Coordinador:** Lic. Ringo López Bustamante. Mg Sc.

**Correo electrónico:** extension.lamana@utc.edu.ec



### ***2.5.2 Justificación***

La razón para investigar el tema es el estudio e implementación del sistema de puesta a tierra para la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, que satisfaga las necesidades de la carga instalada dentro de los predios de la institución en caso de fallas eléctricas, además ayudará a poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en la Universidad y así obtener un título profesional.

En la ejecución del proyecto se pondrá en práctica los resultados obtenidos en la investigación, además este sistema de generación de emergencia para un sector o institución tiene gran aplicación práctica en cualquier lugar, ya que es muy eficiente y contribuye a disminuir las perdidas por paro de la producción en cualquier empresa.

Las razones de utilizar instrumentos metodológicos en el desarrollo del tema de estudio son muchas, por la importancia que han obtenido los sistemas de generación de emergencia en los últimos tiempos y en nuestro medio se encuentran proyectos similares implementados que servirán como punto de partida para ser mejorados con nuestro estudio, se utilizaran instrumentos tales como: encuestas, observaciones, entre otros. Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para futuras investigaciones de problemas similares y también podrán ser aplicados por otros investigadores.

Los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para la factibilidad y viabilidad del proyecto serán financiados por el alumno participante.

Los beneficiarios del proyecto serán la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, toda la comunidad universitaria, nosotros los estudiantes que conformamos el proyecto macro de mejoras en las instalaciones eléctricas de la universidad porque este proyecto es necesario para lograr la graduación y la comunidad en general porque los profesionales prestaran sus servicios.

### ***2.5.3 Objetivos.***

#### ***2.5.3.1 Objetivo General.***

Implementar un sistema de puesta a tierra con el propósito de proveer un excelente sistema de protección a las instalaciones eléctricas realizando todos los estudios, normas y parámetros para la debida instalación del sistema, en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, año 2012.

#### ***2.5.3.2 Objetivos Específicos.***

- Analizar los fundamentos teóricos en los que se enmarca el diseño e implementación de los sistemas puesta a tierra.
- Diagnosticar la situación actual de las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, para determinar que estructura se podrá realizar con respecto a la puesta a tierra.
- Realizar los respectivos cálculos correspondientes a la resistividad del suelo en el sitio determinado donde va hacer implementado el sistema de puesta a tierra.
- Proponer las características de los sistemas de protección eléctricos que se deben instalar, para el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones y alargar su tiempo de vida útil.

#### ***2.5.4 Descripción de la Aplicación.***

El suministro de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi, por lo que sin ella no se pueden continuar con las labores académicas y ocasionan pérdidas, por lo que se plantea realizar un estudio de cargas tomando en cuenta la potencia nominal a instalar para el grupo electrógeno que resulta de la suma de las potencias requeridas por los receptores a alimentar, multiplicada por un factor de simultaneidad y tomando en cuenta un futuro aumento del consumo de hasta un 10%. Los grupos electrógenos desempeñan como proveedores de energía continua, de reserva, suplementaria o de emergencia. La selección del grupo electrógeno a instalar y su potencia nominal de generación es el momento más importante, a partir del cual se derivan el resto de las etapas como la instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

El grupo electrógeno a ser dimensionado y posteriormente instalado básicamente está formado por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (Diesel), un generador eléctrico de corriente alterna acoplado en el mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua, excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos.

## CAPÍTULO III

### VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

#### 3.1 Estudio y diseño del sistema eléctrico de puesta a tierra.

Puesta a tierra según el CNE es el camino conductivo permanente y continuo con capacidad suficiente para conducir a tierra cualquier corriente de falla probable que le sea impuesta por diseño, de impedancia suficientemente baja para limitar la elevación de tensión sobre el terreno y facilitar la operación de los dispositivos de protección en el circuito.

Sistema de puesta a tierra comprende todos los conductores, conectores, abrazaderas, placas de conexión a tierra o tuberías, y electrodos de puesta a tierra por medio de los cuales una instalación eléctrica es conectada a tierra.

La función principal de un sistema de puesta a tierra es controlar y eliminar la posibilidad, de que una falla inesperada en el sistema eléctrico genere variaciones en su funcionamiento.

Las principales funciones de un sistema de puesta a tierra según la norma NEC:

- Protección contra rayos
- Protección contra sobre voltajes de conmutación
- Protecciones contra contacto accidental con líneas de alta tensión.
- Estabilización del voltaje con respecto a tierra, bajo condiciones normales de operación. El sistema a tierra debe controlar las corrientes para la seguridad humana y la integridad del sistema.

### ***3.1.1 Tipos de Sistemas de Puesta a Tierra.***

De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:

- Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
- Puesta a tierra de los equipos eléctricos.
- Puesta a tierra en señales electrónicas.
- Puesta a tierra de protección electrónica.

#### ***3.1.1.1 Puesta a tierra para sistemas eléctricos.***

El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos. Esto se realiza mediante un conductor apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema, como parte del sistema eléctrico conectado al planeta tierra.

#### ***3.1.1.2 Puesta a tierra de los equipos eléctricos.***

Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades, de forma que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos.

Utilizado para conectar a tierra todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos, así como los puntos de la instalación eléctrica en los que es necesario establecer una conexión a tierra para dar mayor seguridad, mejor funcionamiento y regularidad en la operación y en fin, todos los elementos sujetos a corrientes eléctricas importantes de corto circuito y sobre tensiones en condiciones de falla.

### **3.1.1.3 Puesta a tierra en señales electrónicas.**

Para evitar la contaminación con señales en frecuencias diferentes a la deseada. Se logra mediante blindajes de todo tipo conectados a una referencia cero o a tierra.

### **3.1.1.4 Puesta a tierra de protección electrónica.**

Para evitar la destrucción de los elementos semiconductores por sobre voltajes, se colocan dispositivos de protección de forma de limitar los picos de sobre tensión conectados entre los conductores activos y tierra.

La puesta a tierra de equipos electrónicos y de control, consta de una serie de electrodos instalados remotamente al edificio. En el interior se instala una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas montada a 2.60 metros sobre nivel del piso terminado con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de electrónica.

La resistencia a tierra máxima en este sistema debe ser de menos de 2 Ohm, cuando no se alcanza la resistencia deseada, se instala algún elemento químico para reducir la resistividad del terreno y alcanzar así, la resistencia a tierra requerida.

## **3.2 Construcción de Puesta a Tierra.**

El sistema de puesta a tierra lineal son segmento uniformes que conforman un mecanismo de seguridad que forma parte de las instalaciones eléctricas y que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad de tal manera que su número de electrodos utilizado compense el grado de seguridad en el sistema determinado.

### **3.2.1 Parámetros técnicos**

Tipo trabajo	Tablero de control y fuerza
Voltaje de alimentación	220 VAC
Resistividad de la capa superior	345 ohm - m

Resistividad de la capa inferior	345 ohm - m
Resistividad de tierra calculada	19,96 ohm – m 4 picas
Resistividad de tierra calculada	40,67 ohm – m 3 picas
Resistividad de tierra calculada	23 ohm – m 4 picas
Resistencia base	

$$R_B = \frac{3.28 \rho \ln \left[ \frac{2L}{r} \right]}{2\pi NL}$$

Dónde:

A: Distancia media geométrica (DMG)

$\rho$ : Resistividad aparente del terreno en ohm –metros

L: Largo de la varilla

S: Separación entre varillas

r : Radio de la varilla

N: Numero de varillas

D: Diámetro de la varilla

Las barras verticales en la construcción de la puesta a tierra reciben el nombre de barras copperweld y están construidas con alma de acero revestidas de cobre de alta camada. El valor de la resistencia de puesta a tierra depende entre otros parámetros de la resistividad del terreno. El método más usado para determinar la resistividad del terreno es el de Schlumberger, el cual permite determinar las capas que componen el terreno, como también la profundidad y la resistividad de cada uno de ellos. El material de refuerzo de tierra GEM es un material conductor de gran calidad que ayuda a los problemas complicados de puesta a tierra. El GEM presenta una baja resistencia, no es corrosivo, está compuesto de polvo de carbón, material que mejora la eficacia del Sistema de Puesta a Tierra, especialmente en zonas donde la conductividad es muy pobre. El GEM contiene cemento Portland, que se endurece cuando se fragua, convirtiéndose en un concreto conductor lo cual facilita que la instalación sea libre de mantenimiento y mantiene en sistema de puesta a tierra con valores de resistividad bajos ya que el GEM nunca se filtra o deslava.

Mejora la puesta a tierra sin importar las condiciones del suelo. Es el material ideal para usar en áreas de baja conductividad, tales como suelo rocoso, cimas de montañas y suelo arenoso. GEM también es la respuesta en situaciones en que no se puedan enterrar varillas a tierra, o donde las limitaciones de la superficie del suelo dificultan la puesta a tierra adecuada mediante métodos convencionales.

### ***3.2.2 Procedimiento de la puesta a tierra.***

El grupo electrógeno y todos los sistemas de bajo voltaje requieren ser unidos a tierra, la necesidad específica de poner a tierra los sistemas de control y fuerza es un asunto de desempeño. Todos los sistemas eléctricos están conectados a tierra para limitar el voltaje existente en los circuitos de líneas de alimentación y estabilizar el voltaje durante su operación normal.

El grupo electrógeno está conectado a tierra mediante una varilla de coperweld de 5/8" X 1,8 M, provista de un conector y conducido desde el grupo con un cable de cobre desnudo de conexión a tierra número 6X7 hilos. El alternador está el neutro aterrizado mediante un sistema lineal de tierra instalada para la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

#### ***Paso 1***

Se realiza la excavación del pozo de 80 cm x 80 cm y el canal por donde van las varillas de cobre y el conductor desnudo.

#### ***Paso 2***

Se realiza el machinado del conductor con el terminal ojo antes de hacer la soldadura para poder colocar con comodidad a la barra de cobre.

#### ***Paso 3***

Extender el conductor por el canal y colocar las 5 varillas de cobre a una distancia de 3 metros cada una, para la soldadura exotérmica utilizamos molde para



conexiones cabe/varilla en unión cruz y en terminal T. Previamente a realizar la soldadura hay que eliminar escoria de la tolva, del orificio de colada y la tapa del molde con el rascador de moldes. Limpiar los restos de escoria de la cámara de soldadura con una brocha.

#### ***Paso 4***

Abrir el molde separando los mangos de la pinza, para la colocación del cable. Cerrar la pinza del molde y bloquearlo en dicha posición para evitar fugas de metal fundido durante el proceso de soldadura. Colocar el disco metálico adecuado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obstruir el orificio de colada.

#### ***Paso 5***

Abrir el cartucho recomendado para el tipo de conexión a realizar y vaciar el contenido de polvo para soldadura en el crisol o cámara de reacción del molde.

#### ***Paso 6***

Cerrar la tapa del molde. Accionar el chispero a un lado de la cámara de reacción del molde. Esperar un momento mientras se desarrolla la reacción provocada por la reducción del óxido de cobre por el aluminio.

#### ***Paso 7***

Esperar unos minutos antes de procedes a abrir el molde. Abrir completamente el molde sin dañar la soldadura. Durante esta operación tenga un especial cuidado en no dañar el molde de grafito.

#### ***Paso 8***

Una vez realizado todas las soldaduras hay que medir la resistencia de la puesta a tierra y observar si hemos logrado una medida menos de cinco como lo indica la norma IEEE Std 142-1991

#### ***Paso 9***

Finalmente hay que cubrir el canal y colocar la tapa al pozo de revisión.

### 3.3. Estudio de Carga de la UTC-La Maná.

El estudio de cargas eléctricas es un cálculo que se aplica a un proyecto eléctrico para conocer la demanda de energía eléctrica que va a consumir todas las cargas instaladas en toda la instalación, generalmente este estudio sirve para determinar la potencia necesaria del transformador que va a suministrar de energía a los circuitos, en nuestro caso nos va a servir para dimensionar la potencia del generador, a continuación elaboramos una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta todos los equipos y artefactos eléctricos instalados y la suma de todos ellos nos va a dar como resultado la demanda requerida por la institución.

#### 3.3.1. Estudios de Carga y Demanda.

**CUADRO No.14  
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS.**

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO							
No.	APARATOS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO			F FUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn (W)				
1	Alumbrado	294	40	100	11760	90	10584
2	Cafetera	1	850	50	425	50	212.5
3	Computadoras	39	450	100	17550	90	15795
4	DVD	1	8	50	4	50	2
5	Impresoras	7	40	70	196	50	98
6	Proyectores	7	280	50	980	90	882
7	Equipo de sonido	2	25	80	40	50	20
8	Reflectores de luz exterior	4	400	100	1600	80	1280
9	Reloj biométrico	1	25	30	7.5	50	3.75
10	Teléfono	5	25	80	100	50	50
11	Televisión	1	85	50	42.5	80	34
12	Ventilador	12	25	100	300	60	180
13	Bomba de agua	1	1500	80	1200	50	600

14	Lámparas de censor	4	15	70	42	70	29.4
15	Maquina pulidora de piso	1	7500	40	3000	50	1500
16	Amplificadores	2	12000	30	7200	50	3600
17	Copiadora	1	2600	20	520	70	364
TOTAL					44967		35234.6
Factor de Potencia		0.9		Factor de Demanda(FDM)		0.78	
DMU (VA)		39149.6		<b>Demanda Requerida</b>		<b>40 KVA</b>	

Elaborado por: Vergara Camacho Jaime Alejandro..

### 3.3.2 Calculo del Generador.

El estudio de cargas eléctricas dio como resultado que la potencia total de la universidad es igual a 40,0 KVA por lo que el grupo electrógeno a ser instalado será de 62,5 KVA, está sobredimensionado para que no exista ningún inconveniente en caso de cargas futuras o conexiones momentáneas de potencia alta que podrían afectar al funcionamiento del generador que va a suministrar de energía.

**GRÁFICO N° 4**  
**GRUPO ELECTRÓGENO ADQUIRIDO.**



### **3.3.2.1 Datos Técnicos del Generador a ser instalado.**

El grupo electrógeno adquirido está compuesto de un motor Huafeng modelo 4105ZD (62KW - 84HP), 4 cilindros, Turbo cargado, enfriando por agua, y un alternador o generador sincrónico marca Gexin modelo TFW-50 de 50 KW - 62.5 KVA Prime, 380V-225V, 60HZ.

Modelo del grupo	50 GF
Potencia Nominal	50 KW

### **Datos Técnicos del Motor a diesel.**

Modelo	4135D-1
Salida Nominal 12 horas	58.8/80 Kw/ps
Consumo de Combustible	231,1 g/Kw.h
Consumo de Aceite	≤ 1.63
Método de Enfriamiento	Enfriado por agua
Método de Arranque	Arranque Eléctrico
No. de Cilindros	4
Desplazamiento Total del Pistón (L)	3.93
Proporción de Presión	16:1
Orden de Encendido	1-3-4-2
Modo de Consumo de Aire	Supercargado
Condiciones de Trabajo Nominal	50/1800 (Kw/r/min)
Mayor Velocidad de Ralentí	≤ 2376
Menor Velocidad de Ralentí Estable	≤ 600
Max Torque / velocidad	250/1400 (N*m/r/min)
Promedio de Presión Efectiva	694 Kpa
Temperatura de Escape	≤ 600
Peso neto	410 Kg

### **Datos Técnicos del Alternador.**

Modelo	TFW – 50
Voltaje Nominal	380V-225V
Frecuencia Nominal	50 – 60 Hz
Factor de Potencia	0.8
Estilo de Trabajo	Continuo
Excitación	Sin escobillas, auto excitado
Clase de Aislamiento	Clase H
Sistema de Regulación de Voltaje	AVR Regulación Automática
Clase de Protección	IP 22
Regulación Nominal de Estabilidad de Voltaje	$\pm 0,5 \%$
Regulación Nominal de Frecuencia Transitoria	$\pm 15 \%$
Regulación Nominal de Estabilidad de Frecuencia	$\leq 3s$
Sobrecorriente	$3 - 5 I_e \geq 5 s$
Capacidad en sobrecarga	$1,5 I_e \geq 2 min$

### ***3.3.3. Dimensionamiento del Cableado de Fuerza.***

La corriente de servicio de los equipos conectados, no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección, es decir, del disyuntor principal, cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor.

Para la selección de conductor adecuado existen tablas establecidas con la sección del conductor y calibre para los distintos valores de corriente, la corriente máxima del generador ya antes calculada es de 160 A, por lo que el conductor seleccionado de acuerdo a la tabla va a ser tipo TTU, calibre 2/0 AWG.

### **GRÁFICO N° 5 CONDUCTOR ADQUIRIDO.**



### **3.3.3.1 Datos Técnicos del Conductor.**

Calibre	2/0 AWG
No. de Hilos	19
Sección Aprox. del Conductor	67,35 mm <sup>2</sup>
Diámetro Aprox. del Conductor	10,65 mm
Peso Aprox. del Conductor	610,72 Kg/Km
Espesor de Aislamiento	1,65 mm
Espesor de Chaqueta	1,14
Diámetro Exterior Aprox.	16,23 mm
Peso Total Aprox.	751,48 Kg/Km
Capacidad de Conducción *	175 Amp
Capacidad de Conducción **	265 Amp

( \* ) Capacidad de conducción no más de 3 conductores en conduit, bandeja, o cable directamente enterrado, basado en una temperatura ambiente de 30 °C.

( \*\* ) Capacidad de conducción para 1 conductor en aire libre a temperatura ambiente de 30 °C.

**Aplicaciones.-** En distribución y fuerza, instalaciones aéreas o en ductos, tubería o directamente enterradas, en lugares secos o húmedos donde la temperatura del conductor no exceda los 75 °C.

**Voltaje de Servicio.-** 2000 V

**Construcción.-** Conductor de cobre aislado con una capa de polietileno natural y sobre esta colocada una chaqueta de PVC negro.

### **3.4 Conclusiones.**

Al finalizar el proyecto se llegan a las siguientes conclusiones:

- Se pudo realizar la puesta a tierra siguiendo todos los pasos que se explican en la tesis de una manera ordenada llegando a un buen resultado de resistividad del suelo.
- Las mediciones eléctricas se realizan con equipos de alta calidad capaz de soportar la naturaleza de la corriente ya sea continua o alterna o pulsante.
- Las sueldas dependen del molde o recipiente que vayamos a utilizar, además el sistema moderno de encendido ya reemplaza al chispero.
- Se puso en práctica las asignaturas Protecciones Eléctricas e Instalaciones Eléctricas.
- Se determinó la demanda actual de energía eléctrica de la institución y se realizó un balance de cargas para que el generador eléctrico funcione en las mejores condiciones.
- Se mejoraron las instalaciones eléctricas en la institución durante el proceso de instalación del grupo electrógeno.
- Se logró eliminar las pérdidas de las actividades académicas y administrativas por falta de energía eléctrica, aprovechándose al máximo el tiempo para que los estudiantes tengan una mejor preparación académica.

- Se redujeron los costos de operación, mantenimiento al eliminar errores humanos por medio de la integración de sistemas innovadores, tecnológicos y la automatización.

### **3.5 Recomendaciones.**

- Impedir al personal no calificado al acceso de configuración u operación del sistema, ya que este es automatizado.
- Evitar señales parasitas, separando los cables que transportan corrientes débiles de los que transportan corrientes intensas.
- Revisar con frecuencia el estado de mangueras, uniones, acoples del sistema de combustible del grupo electrógeno para evitar una para mientras se encuentre en operación.
- Inspeccionar el estado de conductores de potencia, las conexiones en los tableros y todos los circuitos de fuerza y control para detectar posibles daños.
- Dar un mantenimiento continuo al tablero de transferencia debido a la humedad presente en el ambiente, acumulación de partículas de polvo u oxidación de los contactos, estado de fusible y ajuste de conexiones
- Que este proyecto sirva como punto de partida para futuras investigaciones a favor del mejoramiento de las instalaciones de la Universidad.

### **3.6 Referencias Bibliográficas.**

#### **LIBROS**

- BALCELLS Josep, *Calidad y Uso Racional de la Energía Eléctrica*. Editorial Circutor. 2011, p.69. ISBN: 978-84-699-2666-7.



- BARRERO Fermín, *Sistemas de Energía Eléctrica*. Editorial Thomson. 2012, p.56. ISBN: 978-84-9732-283-5.
- CARRETERO Antonio, *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p.187. ISBN: 9788481437522.
- DIAZ, Pablo. *Soluciones Prácticas para la Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos de Distribución*. McGraw-Hill, 2001. P 297 -310
- ENRÍQUEZ Harper, *La Calidad de la Energía en los Sistemas Eléctricos*. Editorial Limusa. 2012, p.185. ISBN: 978-968-18-6736-2
- FERNÁNDEZ, Carlos. *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2010, p.46. ISBN: 9788497325813.
- IEEE Std 80-2000. *Guide for Safety in AC Substation Grounding*. EEUU 2000. p. 13-109
- LABOURET Anne, *Energía Fotovoltaica. Manual Práctico*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p.166. ISBN-13: 978-84-96709-00-3.
- LLORENTE Manuel, *Cables Eléctricos Aislados. Descripción y Aplicaciones Prácticas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2007, p.85. ISBN: 978-84-283-2065-9.
- LLORENTE Manuel, *Riesgos Laborales en la Industria Eléctrica*. Editorial Ediciones de Autor Técnico. 2011, p.201. ISBN: 978-84-89850-16-3.

- OJEDA, Nerio, *Sistemas de puesta a tierra*. Guía curso de extensión de conocimientos. Caracas 2000, p. 16. ISBN 934-83-430-48292
- RAMÍREZ, José. *Estaciones de transformación y distribución. Protección de sistemas eléctricos*. Ediciones CEAC 2011. p. 1027 ISBN 938-23-7244.
- SÁNCHEZ Franco, *Manual de Instalaciones Eléctricas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 93. ISBN: 978-84-96709-05-8.
- SÁNCHEZ Luis, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en el Sector Agrario y Agroalimenticio*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 122. ISBN: 9788484763246.
- TRASHORRAS Jesús, *Proyectos Eléctricos. Planos y Esquemas*. Editorial Paraninfo. 2011, p.95. ISBN: 978-84-283-2664-9.
- WATSON John, *Manual Práctico de Electricidad y Electrónica*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2001, p. 209. ISBN: 978-84-89922-51-9.

# **Anexos**

## **Anexo 1. Encuesta Aplicada.**

**Universidad Técnica de Cotopaxi  
La Maná.**

**Señores:**

## **Estudiantes, Docentes y Empleados.**

Proyecto de tesis: **“IMPLEMENTACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”.**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

---

**1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la UTC- La Maná?**

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la UTC-La Maná son seguras?**

Si ( )                      No ( )

**3. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC-La Maná?**

Si ( )                      No ( )

**4. ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases si existiera un corte de energía?**

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**5. ¿Usted ha perdido horas clase por falta de energía eléctrica durante su carrera en la universidad?**

Si ( )                      No ( )

**6. ¿Cómo considera el grado de iluminación en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas?**

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**7.** ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes en las aulas de la UTC- La Maná?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**8.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?

Si ( )

No ( )

**9.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC- La Maná cuentan con protecciones adecuadas?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**10.** ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?

Si ( )

No ( )

## Anexo 2. Perforación de suelo para instalar varillas a tierra



## Anexo 3. Medición para distribución de varillas a tierra



#### Anexo 4. Aplicación de GEM



#### Anexo 5. Lectura digital de resistividad del suelo



**Anexo 6. Conductor de puesta a tierra.**



**Anexo 7. Empalmes en caja de revisión.**





**Anexo 8. Instalación de varilla de tierra en tablero principal.**



**Anexo 9. Conexiones puesta a tierra.**



**Anexo 10. Sala del Grupo Electrónico.**

