



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

TEMA:

Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de
Jurisprudencia de la UCSG

AUTOR:

Garcés Gómez, André Jofiel

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael. M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

19 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. Garcés Gómez, André Jofiel, como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD.

TUTOR

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael. M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. PHD.

Guayaquil, 19 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Garcés Gómez, André Jofiel

DECLARO QUE:

El trabajo de Integración Curricular **“Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, 19 de febrero del 2024

EL AUTOR

Garcés Gómez, André Jofiel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

AUTORIZACIÓN

Yo, Garcés Gómez, André Jofiel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **“Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 19 de febrero del 2024

EL AUTOR

Garcés Gómez, André Jofiel

REPORTE DE COMPILATIO



Reporte COMPILATIO del estudiante Garcés Gómez André Jofiel, de la Carrera de Ingeniería en Electricidad con el tema “**Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG**”, mismos que se encuentra al 1% de coincidencias.

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael. M.Sc.

DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi familia por permitirme culminar con dicha y éxito mi etapa universitaria, cuidándome y guiándome con amor para tomar decisiones acertadas y mantenerme fuerte ante las adversidades.

DEDICATORIA

A Dios por poner en mi vida a personas tan maravillosas como lo son mi madre Irene Gómez Zambrano, mi hermano Sebastián Garcés Gómez y mi padre Fernando Peñarreta Carrillo, quien a pesar de no compartir lazos sanguíneos conmigo y mi hermano, se ha convertido en un pilar fundamental en mi vida al brindarnos todo su amor y apoyo incondicional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. CELSO BAYARDO BOHORQUEZ ESCOBAR PhD.

DIRETOR DE CARRERA

f. _____

ING. UBILLA GONZÁLEZ, RICARDO XAVIER, MSC.

COORDINADOR DE ÁREA

f. _____

ING. VEGA URETA, NINO TELLO, MSC.

Oponente

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XV
Resumen.....	XVI
Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Definición del Problema.....	4
1.4 Justificación del Problema.....	4
1.5 Objetivos del Problema de Investigación.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Metodología de Investigación.....	6
Capítulo 2: Fundamentación Teórica.....	7
2.1 El objetivo de un sistema de puesta a tierra.....	7
2.1.1 Diferentes tipos de sistemas de puesta a tierra.....	9
2.1.2 Los dispositivos de puesta a tierra dentro de ambientes de la industria.....	11
2.1.3 La resistividad del terreno para el establecimiento de sistemas de puesta a tierra.....	13
2.1.4 Técnicas para medir la resistividad del suelo.....	15
2.1.4.1 Técnicas de medición por el método de caída de potencial ...	18
2.1.4.2 Técnicas de medición por el método sin picas.....	20

2.1.4.2.1 Medidores de impedancia de puesta a tierra sin el uso de picas	21
2.1.4.2.2 Verificación correcta de los Medidores de impedancia de puesta a tierra sin el uso de picas.....	22
Capítulo 3: Aportes de la investigación	24
3.1 Tablero eléctrico principal de la Facultad de Jurisprudencia	24
3.2 Plano de tablero eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia	33
3.3 Mediciones de ohmios de sistema puesta a Tierra	37
3.4 Reporte del área analizada	43
3.4.1 Recomendaciones para reducir o mejorar los valores de ohmiaje	44
3.4.2 Optimización del Terreno para un Sistema de Puesta a Tierra Eficiente	45
3.4.3 Análisis Crítico del Sistema Actual de Puesta a Tierra.....	47
3.4.4 Observaciones y recomendaciones del Sistema Actual de Puesta a Tierra.....	47
Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones	49
4.1 Conclusiones	49
4.2 Recomendaciones	50
Bibliografías.....	51
Anexo 1	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Partes de un sistema a tierra básico	9
Figura 2.2: Placas de hierro o cobre utilizados para los sistemas de puesta a tierra.....	11
Figura 2.3: Sistemas de puesta a tierra utilizado en industrias	12
Figura 2.4: Mediciones de resistividad de los suelos para los sistemas de puesta a tierra	15
Figura 2.5: Técnica de medición de resistividad de los suelos para los sistemas de puesta a tierra con el uso de multímetro.....	16
Figura 2.6: Conexión y uso del telurómetro en los sistemas de puesta a tierra	19
Figura 2.7: Diferencias de los sistema de distribución IT vs TN aplicados en las puestas a tierra.....	20
Figura 2.8: Sistemas IT no puestos para las puestas a tierra.....	21
Figura 2.9: Sistemas eléctricos TN-S para las puestas a tierra.....	22
Figura 2.10: Medidores de la marca Fluke para medir la impedancia de los sistemas de puesta a tierra sin el uso de picas.	23
Figura 3.1: Facultad de Jurisprudencia de la UCSG	24
Figura 3.2: Diagrama de tablero eléctrico	25
Figura 3.3: Conexiones eléctricas de cada una de las cargas en ETAP parte1	27

Figura 3.4: Conexiones eléctricas de cada una de las cargas en ETAP parte2	27
.....	
Figura 3.5: Editor de parámetros del transformadores de bobinado en ETAP	28
.....	
Figura 3.6: Editor de parámetros del cable empleado en ETAP	29
Figura 3.7: Editor de parámetros de fase de dimensionamiento en ETAP	30
Figura 3.8: Editor de parámetros de carga estática en ETAP	31
Figura 3.9: Conexiones eléctricas con porcentaje de perdida de cada una de las cargas en ETAP parte1	31
.....	
Figura 3.10: Conexiones eléctricas con porcentaje de perdida de cada una de las cargas en ETAP parte1	32
.....	
Figura 3.11: Plano del cuarto de transformadores y parterres	33
Figura 3.12: Plano de los Parres #1 y #2 de la Faculta de Jurisprudencia	34
Figura 3.13: Plano de los Parres #3 y #4 de la Faculta de Jurisprudencia	35
Figura 3.14: Plano de las varillas de cobre #1 y #2 de la Faculta de Jurisprudencia	36
.....	
Figura 3.15: Plano de la Facultad de Jurisprudencia	37
Figura 3.16: Medición de ohmiaje de Parre #1	38
Figura 3.17: Medición de ohmiaje de Parre #2	39
Figura 3.18: Medición de ohmiaje de Varilla #1	39
Figura 3.19: Medición de ohmiaje de Parre #4	40
Figura 3.20: Medición de ohmiaje de Electrodo	40
Figura 3.21: Medición de ohmiaje de Parre #3	41
Figura 3.22: Análisis de mediciones de ohmiaje en Matlab	42
Figura 3.23: Inspección de cableado de puesta a tierra	43

Figura 3.24: Revisión de varillas de puesta a tierra.....	46
Figura 3.25: Presencia de Varillas oxidadas en la puesta a tierra	48

Anexos

Figura A1: Tablero eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia	57
Figura A2: Disyuntor principal de la Facultad de Jurisprudencia	57
Figura A3: Mediciones y comprobaciones del disyuntor principal de la Facultad de Jurisprudencia	58
Figura A4: Medición de temperatura de los componentes eléctricos	58
Figura A5: Mantenimiento del transformador de la Facultad de Jurisprudencia	59
Figura A6: Recolección de muestra de aceite refrigerante del transformador de la Facultad de Jurisprudencia para análisis de vida útil	59
Figura A7: Medición de corriente de la Facultad de Jurisprudencia	60
Figura A8: Código utilizado para la simulación de Matlab	60
Figura A9: Plano del primer piso de la Facultad de Jurisprudencia	60
Figura A10: Plano del segundo piso de la Facultad de Jurisprudencia	61
Figura A11: Plano del tercer piso de la Facultad de Jurisprudencia	61
Figura A12: Plano del tercer piso de la Facultad de Jurisprudencia	62
Figura A13: Plano del cuarto piso de la Facultad de Jurisprudencia	62
Figura A14: Plano del quinto piso de la Facultad de Jurisprudencia	63
Figura A15: Plano del sexto piso de la Facultad de Jurisprudencia	63

INDICE DE TABLAS

Capítulo 2

Tabla 2.1: Características de un sistema de puesta a tierra.	7
Tabla 2.2: Tipos y componentes de un sistema de puesta a tierra.	10
Tabla 2.3: Funciones de sistema de puesta a tierra en industria o empresa.	13
Tabla 2.4: Características de la resistividad del suelo para sistemas de puesta a tierra.....	14

Capítulo 3

Tabla 3.1: Mediciones de resistencia de las varillas y parres de la Faculta de Jurisprudencia.....	41
--	----

Resumen

En el presente trabajo de integración curricular se aborda la importancia de un sistema de puesta a tierra eficaz y confiable en la facultad de Jurisprudencia de la UCSG, resaltando su importancia para preservar la vida, los equipos y las construcciones en el ámbito educacional. Se resaltan las particularidades distintas de la infraestructura, las necesidades de energía, la distribución de la energía y las normas de protección de la electricidad que son específicas de la región. La explicación se fundamenta en la importancia fundamental de idear un programa específico y apremiante para resguardar la seguridad y acatar requisitos y normas. Los objetivos de la investigación son el diagnóstico de los recursos actuales, el estudio de las necesidades particulares, el diseño y la comprobación de la sistema propuesta. La manera de hacer comprende la investigación bibliográfica, el estudio de la normatividad, el diagnóstico de las infraestructuras y la verificación de necesidades y riesgos específicos. La hipótesis insinúa que el concepto propuesto disminuirá significativamente las posibilidades de descargas eléctricas y brindará una protección eficaz al comunidad de la facultad. La metodología de investigación se llevará a cabo un minucioso diagnóstico de la infraestructura eléctrica existente en la facultad, identificando áreas de vulnerabilidad y puntos que necesitan mejoras en el sistema de puesta a tierra.

Palabras claves: Puesta a tierra, seguridad eléctrica, infraestructura eléctrica, normativas, protección de equipos.

ABSTRACT

In this curricular integration work, the importance of an effective and reliable grounding system in the Faculty of Jurisprudence of the UCSG is addressed, highlighting its importance to preserve life, equipment and buildings in the educational field. The distinct particularities of infrastructure, energy needs, energy distribution and electricity protection standards that are specific to the region are highlighted. The explanation is based on the fundamental importance of devising a specific and compelling program to ensure security and comply with requirements and standards. The objectives of the research are the diagnosis of current resources, the study of particular needs, the design and verification of the proposed system. The way of doing it includes bibliographic research, the study of regulations, the diagnosis of infrastructures and the verification of specific needs and risks. The hypothesis suggests that the proposed concept will significantly decrease the chances of electric shock and provide effective protection to the college community. The research methodology will carry out a thorough diagnosis of the existing electrical infrastructure at the faculty, identifying areas of vulnerability and points that need improvements in the grounding system.

Keywords: Grounding, electrical safety, electrical infrastructure, regulations, equipment protection.

Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación

1.1 Introducción

La puesta a tierra es un componente importante para la red eléctrica que tiene el objetivo de preservar la existencia, los seres humanos y las instalaciones. Dentro del ámbito de estudio como es la facultad de Jurisprudencia de la UCSG, la importancia de una buena instalación de aterrizaje y que sea confiable y segura se hace más grande todavía (Mohamad et al., 2021).

En términos generales, el término "conexión a tierra" se utiliza para describir un circuito eléctrico diseñado para proteger contra flujos de electricidad no deseados. Más allá de lo crítico en los círculos educativos. Es importante, no sólo garantizar que los aparatos y dispositivos electrónicos funcionen sin problemas al garantizar un flujo constante de energía eléctrica. Es importante y crucial el cuidar bien la integridad de los estudiantes como la de los profesores, del personal administrativo, protegiéndolos de riesgos eléctricos (Panethiere, 2022).

Dentro de una institución educativa donde predominan sobre todo diseños de energía confiables y seguros. La creación y análisis de un programa de puesta a tierra distinta dentro de estos ambientes inevitablemente lleva a cabo una protección para las personas y los equipos. Los desplomes de electricidad y las exhibiciones atmosféricas, como es el caso de los relámpagos, tienen la capacidad de poseer peligros importantes si no se tiene una buena estructura de puesta a tierra (P. R. P. Hoole et al., 2022).

Específicamente, dentro del procedimiento de diseño y análisis de una puesta a tierra para la facultad de derecho de la UCSG, es significativo tener en cuenta las particularidades de la infraestructura, las necesidades de energía, la distribución de electricidad y las normas de seguridad eléctrica que son propios de la región. La correcta ejecución de un plan de puesta a tierra puede cuidar o proteger a las personas y el equipamiento, además de disminuir los daños a la infraestructura en condiciones de sucesos de electricidad nociva.

1.2 Antecedentes

A medida que avanza el tiempo, se ha observado importantes avances en tecnología y seguridad eléctrica. Ahora estos avances han trascendido a varios dominios: van desde mejorar los materiales que utilizan desde el perfeccionamiento de los materiales que se utilizan para los sistemas de puesta a tierra hasta el desarrollo de métodos de medición más exactos.

En el ámbito de la geografía específica de la facultad de Jurisprudencia de la UCSG, además de sus particularidades, es importante entender que no todos los sistemas de protección contra sobretensiones son iguales. La posición geográfica puede tener una influencia en la posibilidad de acontecimientos climáticos, como pueden ser tormentas de electricidad, esto debe ser tenido en cuenta al momento de concebir un sistema de puesta a tierra. Finalmente, las legislaciones y normas internacionales y locales de seguridad eléctrica y la puesta a tierra deben ser analizadas y respetadas.

1.3 Definición del Problema

La Facultad de Derecho de la UCSG enfrenta una problemática crítica relacionada con la ausencia de un sistema de protección contra sobretensiones eficaz y específicamente diseñado, así como la carencia de un sistema de puesta a tierra bien concebido. Esta carencia se ha convertido en un obstáculo significativo en términos de seguridad eléctrica para las personas, objetos e infraestructura de la institución, hasta la fecha, el problema persiste sin una solución adecuada. El déficit en el diseño e implementación de medidas de seguridad expone a la comunidad universitaria a riesgos considerables, especialmente frente a factores ambientales como la humedad, corrosión y cambios en el terreno, estos elementos adversos impactan negativamente en el rendimiento del sistema actual de puesta a tierra, se destaca problemas sustanciales, como la vida útil superada de electrodos. La situación actual requiere una intervención urgente para garantizar la seguridad y el funcionamiento óptimo de las instalaciones eléctricas en la Facultad de Derecho de la UCSG.

1.4 Justificación del Problema

Radica en la necesidad imperativa de diseñar y analizar un sistema de puesta a tierra específico y eficiente para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG, con el fin de garantizar la seguridad, la integridad de los equipos y la continuidad de las operaciones en esta institución educativa, al tiempo que se cumple con las normativas y estándares relevantes.

1.5 Objetivos del Problema de Investigación

1.5.1 Objetivo general

Analizar un sistema de puesta a tierra específico y eficaz para la Facultad de Jurisprudencia de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico detallado de la infraestructura eléctrica actual en la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG, identificando puntos débiles y áreas que requieren mejoras en el sistema de puesta a tierra, para garantizar su funcionamiento óptimo y seguro.
- Analizar las necesidades específicas de puesta a tierra de la facultad en función de su ubicación geográfica y entorno.
- Evaluar críticamente el sistema de puesta a tierra existente en la facultad en relación con las necesidades identificadas, con el fin de determinar su eficacia y proponer mejoras necesarias para optimizar su rendimiento y reducir los riesgos asociados a descargas eléctricas.

1.6 Hipótesis

El diseño propuesto para el sistema de puesta a tierra en la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG tiene como objetivo principal reducir de manera significativa los riesgos asociados a descargas eléctricas. Este sistema se configura para brindar una protección efectiva a las personas, los equipos y la infraestructura en general. Se garantiza que la disposición se acomodará precisamente a las exigencias particulares de la institución. La puesta en

marcha de este sistema no solo minimizará las posibles consecuencias dañinas a los equipos sensibles, sino que además ayudará a generar un entorno más protegido para el conjunto de la comunidad de la Universidad.

1.7 Metodología de Investigación

Para abordar el análisis y diseño del sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG, se llevará a cabo una metodología que constará de varios pasos:

- Revisión bibliográfica y análisis de normativas: Se realizará una exhaustiva revisión de literatura y normativas nacionales e internacionales relacionadas con sistemas de puesta a tierra, seguridad eléctrica y estándares para entornos educativos. Esto proporcionará una base sólida para el diseño propuesto (Orbea García, 2023).
- Diagnóstico de la infraestructura eléctrica existente: Se llevará a cabo una inspección detallada de la infraestructura eléctrica actual de la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG para identificar puntos débiles y áreas que requieren mejoras en el sistema de puesta a tierra (Ladeuth et al., 2021).
- Análisis de necesidades y riesgos específicos: Considerando la ubicación geográfica y las características del entorno, se evaluarán los riesgos específicos asociados con descargas eléctricas y fenómenos climáticos. Se determinarán las necesidades precisas de puesta a tierra para la facultad (Seco et al., 2019).

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

2.1 El objetivo de un sistema de puesta a tierra

El objetivo de un sistema de puesta a tierra es proporcionar una parte fundamental de cualquier instalación eléctrica, garantizando seguridad y confiabilidad. Los sistemas de conexión a tierra están diseñados para ayudar a proteger contra descargas eléctricas y garantizar la eficiencia como se observa en la tabla 2.1, y también para ayudar a prevenir incendios. Hay dos tipos de sistemas de puesta a tierra, según el tipo al que están destinados. El propósito principal de un sistema de puesta a tierra es proporcionar conexión a tierra y establecer relaciones potenciales iguales. Esto genera una "superficie plana" con una magnitud igual a la potencialidad en cada uno de los objetos metálicos que transportan electricidad. La unión de la electricidad iguala la fuerza dentro de la habitación, de modo que las diferencias de fuerza generadas son casi nulas (M. Sánchez, 2023).

Tabla 2.1: Características de un sistema de puesta a tierra.

Tema	Información
Objetivo del sistema	Asegurar esencialmente cualquier instalación eléctrica con enfoque prioritario en seguridad y confiabilidad.
Tipos de sistemas	Prevención de descargas eléctricas e incendios, y garantía de eficacia adaptados a propósitos específicos.

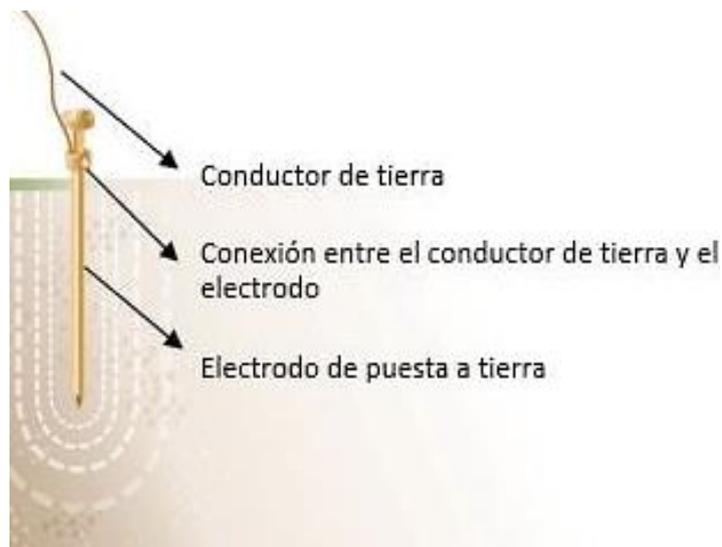
Funciones principales	Proveer conexión a tierra y establecer conexiones equipotenciales para crear una "plataforma" equipotencial.
Conexiones eléctricas	Todas las estructuras metálicas expuestas se conectan mediante conductores eléctricos.
Descarga segura de energía	Permite la descarga segura de energía almacenada y evita el desarrollo de voltajes peligrosos en equipos de trabajo.
Consideraciones antes de instalar	Elementos críticos deben considerarse, especialmente en entornos industriales, para asegurar el cumplimiento del propósito.
Prevención de riesgos	Esenciales en instalaciones industriales para prevenir riesgos de incendio o explosión causados por la formación estática.
Objetivo general	Garantizar la seguridad y fiabilidad en las instalaciones eléctricas.

Elaborada por: Autor

Cualquier cosa metálica que pueda ser tocada por un individuo está conectada a través de conductores que transportan electricidad. Además, los sistemas de puesta a tierra permiten la liberación segura de la energía acumulada y evitan que se genere corriente eléctrica dañina en los dispositivos utilizados como se observa en la figura 2.1. Es importante considerar varios componentes antes de instalar un sistema de puesta a tierra para garantizar que sea adecuado para su propósito. Se requieren sistemas

de puesta a tierra para que la formación estática se descargue constantemente en las instalaciones industriales para evitar riesgos de incendio o explosión. Sin embargo, el objetivo de un sistema de puesta a tierra es proteger la confiabilidad y seguridad de los sistemas eléctricos (Subilibia, 2019).

Figura 2.1: Partes de un sistema a tierra básico



Fuente: (Ávila, 2019)

2.1.1 Diferentes tipos de sistemas de puesta a tierra

Los tipos más comunes de sistemas de protección del suelo son los flotantes y los no conectados a tierra. El sistema de puesta a tierra tiene un electrodo de puesta a tierra o un cable de tierra que conecta la fuente de alimentación a tierra como se observa en la tabla 2.2. Este cable está vinculado a un enlace que está conectado a un dispositivo de puesta a tierra u otra varilla que está incrustada en el suelo. En una estructura independiente de tierra, el equipo no está conectado a tierra. En un sistema de flotante, el equipo está conectado a una "tierra flotante" (Alvarado Ortiz et al., 2021).

Tabla 2.2: Tipos y componentes de un sistema de puesta a tierra.

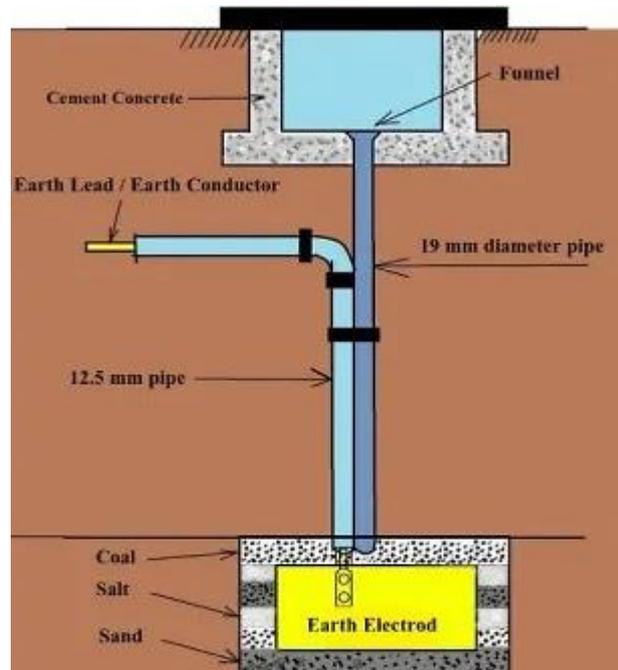
Tema	Información
Tipos de sistemas de puesta a tierra	Comunes: puestos a tierra, no puestos a tierra y flotantes.
Sistema puesto a tierra	Incluye electrodo o cable conectado a fuente de alimentación y varilla enterrada.
Sistema sin conexión a tierra	Equipo no conectado a tierra.
Sistema flotante	Equipo conectado a "tierra flotante".
Componentes de sistemas de puesta a tierra	Electrodo, varilla y conductor de tierra.
Avances tecnológicos	Se desarrollan sistemas más eficientes y confiables.
Importancia de entender tipos	Crucial para asegurar seguridad de equipos eléctricos.

Elaborada por: Autor

Los sistemas de puesta a tierra se componen de varios componentes, como el electrodo de tierra, la varilla de tierra y el conductor de tierra como se observa en la figura 2.2. Gracias a los avances de la tecnología se están creando sistemas de puesta a tierra más eficaces y seguros. Es fundamental tener en cuenta que el libro no requiere datos sobre los diferentes tipos de sistemas de protección contra sobretensiones. En consecuencia, es importante comprender los diferentes tipos de sistemas de puesta a tierra y la

forma en que se implementan para garantizar la seguridad de los dispositivos electrónicos (Castro Fernández et al., 2023).

Figura 2.2: Placas de hierro o cobre utilizados para los sistemas de puesta a tierra

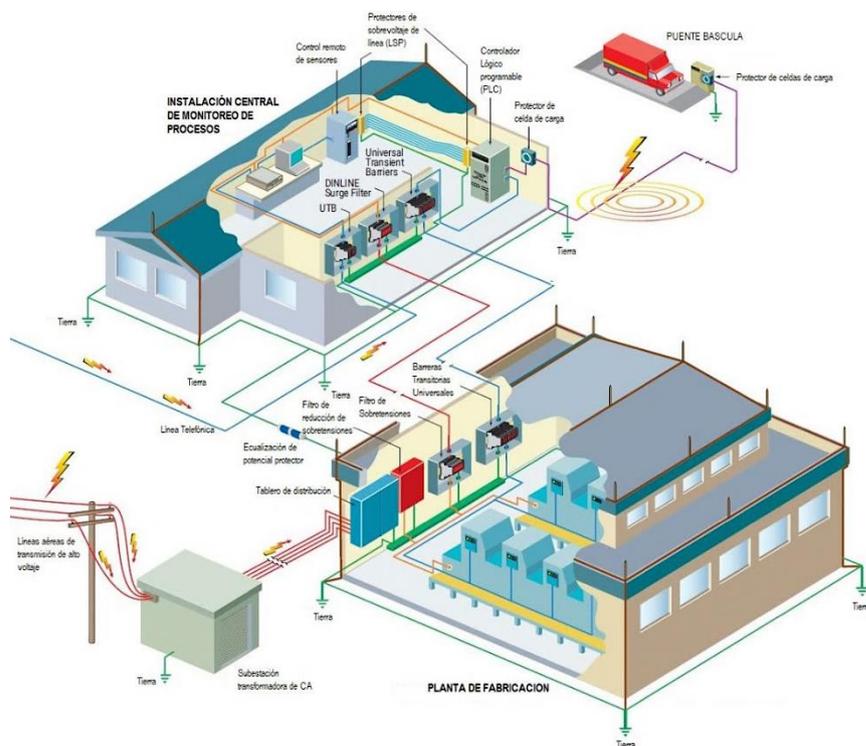


Fuente: (Surfer, 2023)

2.1.2 Los dispositivos de puesta a tierra dentro de ambientes de la industria

Los sistemas de puesta a tierra se emplean en ambientes de la industria para resguardar máquinas y edificios de transformadores de electricidad como se observa en la figura 2.3. Los diseños de los sistemas de puesta a tierra están pensados con un objetivo específico, y es necesario tener en cuenta varios componentes como placas o cables de conducción y faros ubicados en la posición más alta del edificio. El propósito de un sistema de puesta a tierra es resguardar que las zonas no en contacto con la corriente atmosférica estén siempre a la disposición de la tierra, inclusive en el caso de que no se encuentre una adecuada aislación (Ellinas et al., 2023).

Figura 2.3: Sistemas de puesta a tierra utilizado en industrias



Fuente: (Tupunatron, 2023)

La puesta a tierra también permite la puesta a tierra en sistemas con neutro puesto a tierra y proporciona un medio eficaz para descargar alimentadores o equipos antes de realizar trabajos de mantenimiento en los mismos, además de proporcionar un punto de descarga para carcasas, marcos o instalaciones. Además, los establecimientos o estructuras de mayor tamaño están vinculados a la tierra, y su sistema de puesta a tierra posee cuatro labores fundamentales como se observa en la tabla 2.3. Sin embargo, constituye una parte fundamental de cualquier instalación eléctrica, ya que sirve para preservar edificios o máquinas industriales. De esta manera, a pesar de que no se haga una descripción específica de su objetivo, la utilización de sistemas de protección contra tierra en ambientes de la industria es una parte fundamental de cualquier instalación de electricidad (Palone et al., 2021).

Tabla 2.3: Funciones de sistema de puesta a tierra en industria o empresa.

Aspecto	Resumen
Propósito	Protección contra transitorios eléctricos en entornos industriales.
Diseño	Incluye cables, placas conductoras y pararrayos en la parte más alta de la estructura.
Objetivo Principal	Mantener partes sin corriente siempre a potencial de tierra, incluso en fallos de aislamiento.
Funciones Adicionales	Descarga segura antes de mantenimiento y punto de descarga para carcasas, marcos o instalaciones.
Importancia General	Esencial en instalaciones eléctricas para proteger edificios e instalaciones industriales.

Elaborada por: Autor

2.1.3 La resistividad del terreno para el establecimiento de sistemas de puesta a tierra

La resistencia de la tierra es un parámetro fundamental para determinar la confiabilidad y utilidad de los métodos de puesta a tierra. Este parámetro indica la capacidad del suelo para resistir el paso de la corriente eléctrica y tiene un papel importante en la creación de un buen sistema de puesta a tierra. En la práctica, la firmeza del terreno influye en la medición de la resistencia del sistema y también en el tipo, número y disposición de los electrodos correctos, así como en la medición de su hundimiento (Paunović, 2023).

Además, la firmeza del terreno influye en la magnitud de la resistencia del terreno y también en la disposición del potencial de tierra de las placas de

tierra de las tomas de tierra. Además, influye en parámetros como la fuerza de contacto, la fuerza de paso y se utiliza como parámetro para calcular la resistencia de tierra. Este parámetro está sujeto a la influencia de varios componentes, como el tipo de suelo, la cantidad de agua, la composición del suelo, la compactación, la temperatura, la estratificación y su tamaño de partícula como se observa en la tabla 2.4 (Grcev et al., 2021)

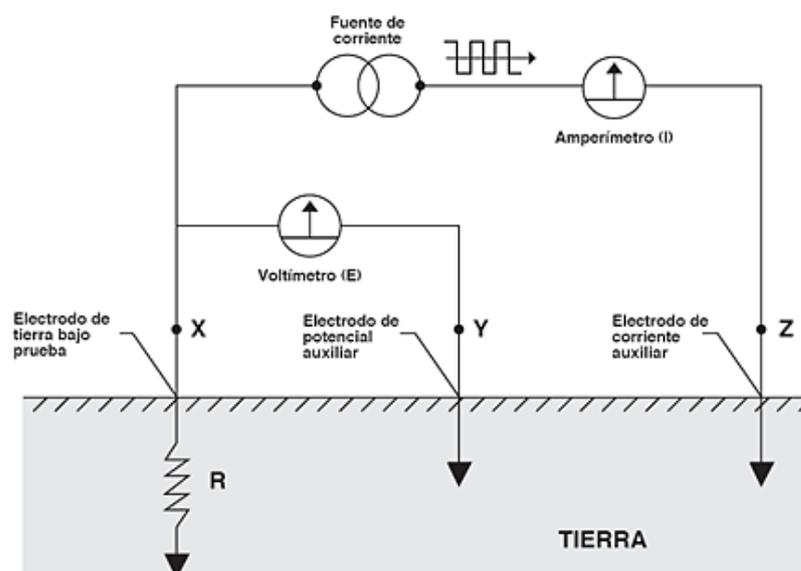
Tabla 2.4: Características de la resistividad del suelo para sistemas de puesta a tierra.

Tema	Información
Resistividad del suelo	Determinante para la eficacia y seguridad en sistemas de puesta a tierra. Esencial en el diseño del sistema eléctrico.
Influencia de la resistividad	Impacta la resistencia del sistema, disposición de electrodos y otros aspectos críticos para el rendimiento del sistema.
Factores que afectan la resistividad	Incluyen tipo de suelo, contenido de humedad, composición química, compactación, temperatura, estratificación y tamaño de partícula.
Estudio geo eléctrico y diseño	Requerido para determinar resistividad y diseñar un sistema eléctrico eficaz.
Medición de resistividad	Esencial para calcular la resistencia del cuerpo de puesta a tierra y seleccionar materiales apropiados.

Elaborada por: Autor

La determinación de la resistividad del suelo y el diseño efectivo de un sistema de puesta a tierra requiere de un estudio geo eléctrico como se observa en la figura 2.4. Medir la dureza del suelo es importante para calcular la resistencia del cuerpo del terreno o para elegir los componentes correctos para ensamblar un sistema de terreno. La metodología utilizada por aplicaciones tecnológicas se destaca por su efectividad y eficiencia, resultando en un menor costo del proyecto, teniendo una mayor vida útil y eficiencia (Velmurugan & Chattopadhyay, 2023).

Figura 2.4: Mediciones de resistividad de los suelos para los sistemas de puesta a tierra



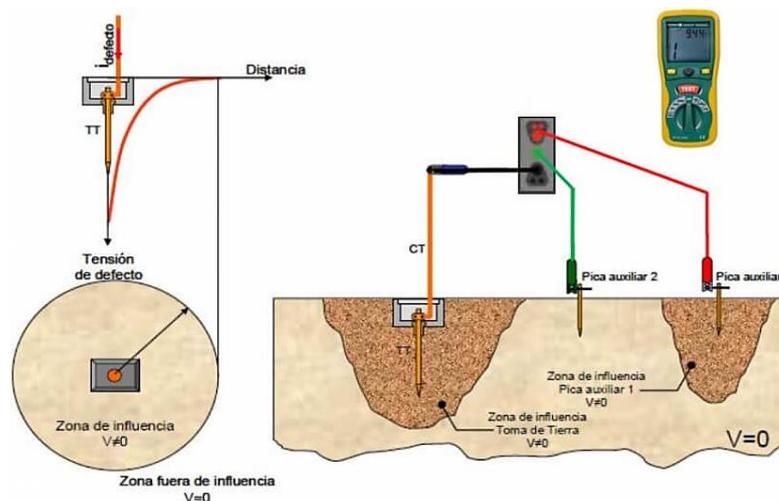
Fuente: (Sánchez, 2019)

2.1.4 Técnicas para medir la resistividad del suelo

La resistencia del suelo es un parámetro que tiene una importancia capital en la determinación del grado de humillación del terreno. Su medición se lleva a cabo a través de diversas maneras, de las cuales hacen parte aquellas que determinan la capacidad de los objetos para transferir energía

eléctrica. Este procedimiento se lleva a cabo al examinar la manera en la que la corriente eléctrica fluye por el piso. Los métodos clásicos para determinar la capacidad de resistencia han sido complementados por métodos modernos para determinar y gestionar información, en el último caso se tiene en cuenta el tamaño de la capacidad de resistencia al corte, el flujo de agua, la transformación, además de los adelantos en tecnología para medir y determinar la magnitud de la capacidad de resistencia como se observa en la figura 2.5 (Parashar & Mishra, 2021).

Figura 2.5: Técnica de medición de resistividad de los suelos para los sistemas de puesta a tierra con el uso de multímetro



Fuente: (Peris, 2021)

Es significativo mencionar que la medición de la dureza del suelo se hace a través de un equipamiento sumamente particular y, por ende, costoso, además de que requiere el acompañamiento de un profesional con la debida preparación. La recolección de información a través de este procedimiento nos permite generar mapas de la distribución de la electricidad, a través de métodos de agrupación en zonas de igual medida de la electricidad, para

luego tomar muestras del suelo en el sitio en cuestión como se observa en la tabla 2.5. Este punto de vista se erige como la preferida forma de calcular la capacidad de agua del suelo, constituye una técnica normalizada y muy utilizada en la investigación y la verificación de la tierra (Ramos et al., 2020).

Tabla 2.5: Técnicas medición de la resistividad del suelo para sistemas de puesta a tierra

Tema	Información
Importancia de la Resistividad del Suelo	El componente fundamental para calcular la humedad en el terreno.
Técnicas de Medición	Diversas técnicas, de medir la calidad de los materiales para poder conducir la electricidad.
Análisis de Distribución de Corriente	Evaluar la distribución de flujos de electricidad sobre el piso.
Evolución de Métodos	Substitución de métodos clásicos por enfoques modernos en el momento de tener en cuenta la resistencia que tiene el objeto, el flujo de agua y la forma en que se deforma.
Requerimientos Especializados	Utilización de herramientas costosas y profesionalizadas para determinar la capacidad de resistencia del terreno.
Creación de Mapas de Conductividad Eléctrica	Los datos recolectados posibilitan la elaboración de mapas de conductividad eléctrica, que son de ayuda para la recolección de muestras en zonas determinadas.
Utilidad de los Mapas	Fundamentales para el estudio y terreno.
Método Predilecto	Recurrente y normalmente usada para calcular la magnitud del agua en el suelo.

Elaborada por: Autor

2.1.4.1 Técnicas de medición por el método de caída de potencial

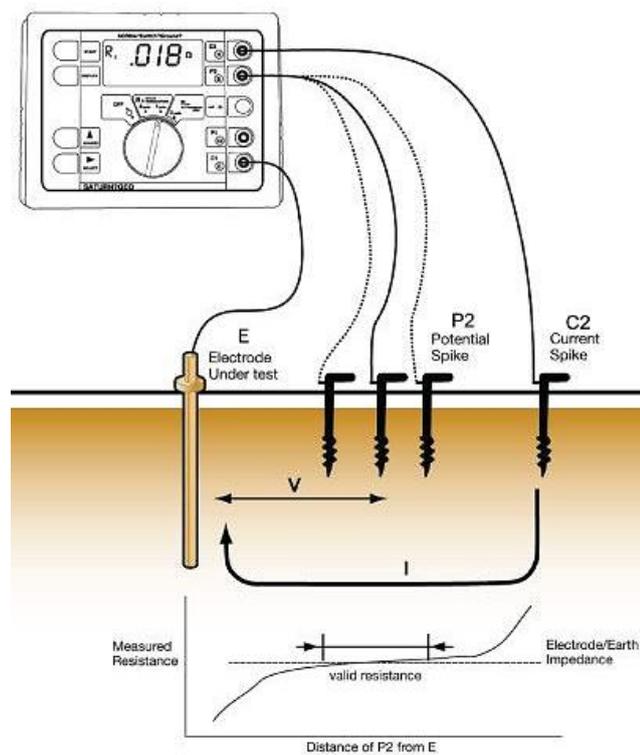
El procedimiento de caída de potencial, que es intrínsecamente parte de los telurómetros, se considera como el punto de vista "tradicional" y, además, fundamental para determinar la resistencia en el contacto con el suelo. Para ejecutar la cuidadosamente medición de la resistencia mediante este procedimiento, es necesario realizar previamente la extracción del electrodo de tierra del sistema en cuestión. Esta complicada acción se lleva a cabo en el poste principal de la puesta a tierra, que normalmente se localiza en el cuarto de los contadores. El telurómetro, instrumento fundamental en esta actividad, requiere 3 vínculos, aunque los más exactos modelos requieren una cuarta conexión para eliminar la resistencia natural de los hilos de prueba de la magnitud. Esas relaciones son las siguientes (Lorenzo, 2020):

- 1) En el E/CT con el enlace o conexión de la pica E del telurómetro con el electrodo en cuestión.
- 2) C/P1: La conexión entre la base C del telurómetro y la pica P1, denominada como pica de ayuda para hallar el valor de potencial, está pensada como una ayuda para el diagnóstico.
- 3) P/P2: Conexión del telurómetro con la pica P2, que sirve para introducir energía.

El telurómetro, en su función, produce una corriente alternativa a través del electrodo en cuestión (E) y la pica de corriente (P1) como se observa en la figura 2.6. Luego, deduce la pendiente de la caída de fuerza entre las picas P2 y E. Utiliza la Ley de Ohm para calcular la resistencia real entre estas dos

picas. Es importante mencionar que la resistencia natural de las picas satélites no tiene importancia en la medición. En el transcurso del procedimiento de prueba, la pica P1 se posiciona de manera estratégica a una determinada distancia del electrodo, y la p2 se desplaza a lo largo de la línea que va desde E hasta P1 para examinar posibles alteraciones de resistencia (León, 2021).

Figura 2.6: Conexión y uso del telurómetro en los sistemas de puesta a tierra



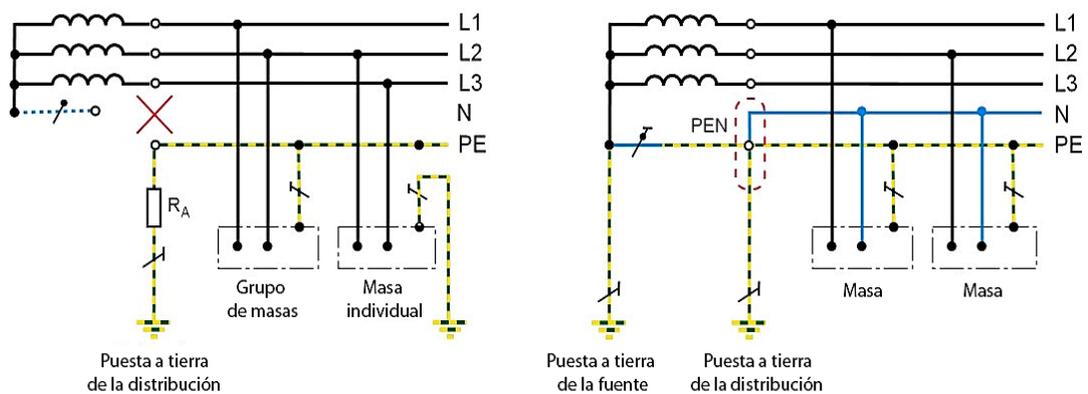
Fuente: (Peris, 2021)

La determinación precisa del sitio de inserción de las picas es importante para garantizar una comprensión correcta de la fuerza de atracción de la superficie terrestre. En efecto, para conseguir mediciones exactas, es fundamental que las ubicaciones de estas estén separadas del rango de influencia de las picas (Erico, 2020).

2.1.4.2 Técnicas de medición por el método sin picas

El procedimiento de medición sin picas se trata de una alternativa más avanzada para determinar la resistencia del lazo de la tierra sin precisar desconectar el contacto con la tierra o utilizar picas de ayuda. Este procedimiento tiene una importancia particular cuando se trata de comprobar la operatividad correcta de sistemas de defensa basados en fusibles o interruptores automáticos, sobre todo en las áreas de distribución de TN e IT como se observa en la figura 2.7 (Ortega, 2021).

Figura 2.7: Diferencias de los sistema de distribución IT vs TN aplicados en las puestas a tierra.



Fuente: (Bender, 2020)

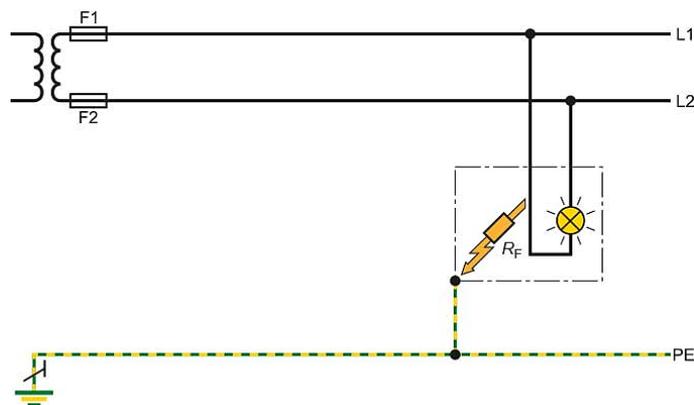
Este procedimiento capitaliza los dispositivos de alimentación como parte fundamental del circuito y únicamente se lleva a cabo en el momento en que el cableado ha sido totalmente mezclado, es decir, luego de introducir la instalación en la fuente de alimentación. En las cautelas mediciones de fuerza, es necesario ejecutar una transformación de cualquier interruptor diferencial instalado o colocado en la superficie de agua arriba del lugar de la prueba. La manera de medir la resistencia de los componentes encadenados en conjunto se llama así porque hace uso de un tornillo especial para calcular la totalidad

de la resistencia de estos. Lecturas desmedidamente elevadas sugieren un vínculo erróneo entre esos componentes (Otero et al., 2021).

2.1.4.2.1 Medidores de impedancia de puesta a tierra sin el uso de picas

Estos complejos medidores llevan a cabo el llenado del circuito en el lugar de prueba a través de una resistencia precalificada, esto genera una corriente de mayor magnitud durante un corto periodo de tiempo, que es de milisegundos. La medición implica calcular la fuerza de gravedad antes y después de que la corriente fluya a través del circuito como se observa en la figura 2.8, y la diferencia entre las dos es la fuerza de caída de la tensión en el circuito. El producto de la caída de presión y la fuerza ejercida contra el codo nos da la medida de la resistencia del bucle (Salazar & Quinatoa, 2023).

Figura 2.8: Sistemas IT no puestos para las puestas a tierra.



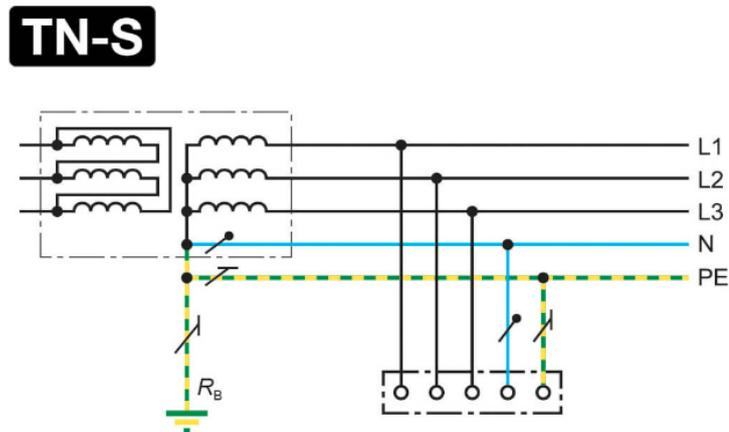
Fuente: (Bender, 2020)

Con el fin de llevar a cabo esta medición, el medidor utiliza un transformador que está específicamente diseñado, el cual genera una fuerza en el tren de tierra con una frecuencia de ensayo determinada. También, utiliza un distinto transformador con el fin de hallar la corriente que se genera

en el circuito de tierra, correspondiendo a la frecuencia de la fuerza de prueba (Abrigo & Enríquez, 2023).

A grandes rasgos, el procedimiento sin picas requiere de una senda de baja resistencia en paralelo con el electrodo en cuestión. En la comprobación de la tierra de una instalación TN-S como se observa en la figura 2.9, se hace una verificación del lazo que comprende el electrodo, el transportador de tierra, el borne principal de tierra, el transportador de tierra, la conexión de neutralidad a tierra, el transportador de tierra de la alimentación y la toma de tierra de la alimentación (Sarzos et al., 2020).

Figura 2.9: Sistemas eléctricos TN-S para las puestas a tierra.



Fuente: (Etkho, 2022)

2.1.4.2.2 Verificación correcta de los Medidores de impedancia de puesta a tierra sin el uso de picas

Este procedimiento no es exento de dificultades potenciales, de una de ellas es la posibilidad de medición errónea en sitios no apropiados del sistema. En este sentido, las mediciones por debajo de 1 ohm se consideran indicios

de la posible determinación de un conductor lazo en vez de la resistencia del planeta, y las bajas mediciones pueden deberse a la interrelación con los electrodos vecinos. La calidad de la medida será la misma en última instancia, si bien la cantidad de rutas perpendiculares que no se interfieran en el electrodo en cuestión sea la correcta. Si la oposición del bucle se encuentra dentro de los parámetros definidos, se considera que la medida en cuestión es legítima y correcta como se observa en la figura 2.10 (Peris, 2021).

Figura 2.10: Medidores de la marca Fluke para medir la impedancia de los sistemas de puesta a tierra sin el uso de picas.



Fuente: (Interempresas, 2023)

Capítulo 3: Aportes de la investigación

En el siguiente capítulo, se muestra el análisis completo y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG). La figura 3.1 se observa la mencionada facultad, resaltando su importancia o relevancia en el entorno universitario. Este enfoque surge de la necesidad de someter a una evaluación exhaustiva el sistema de puesta a tierra actualmente en funcionamiento en la Facultad de Jurisprudencia.

Figura 3.1: Facultad de Jurisprudencia de la UCSG



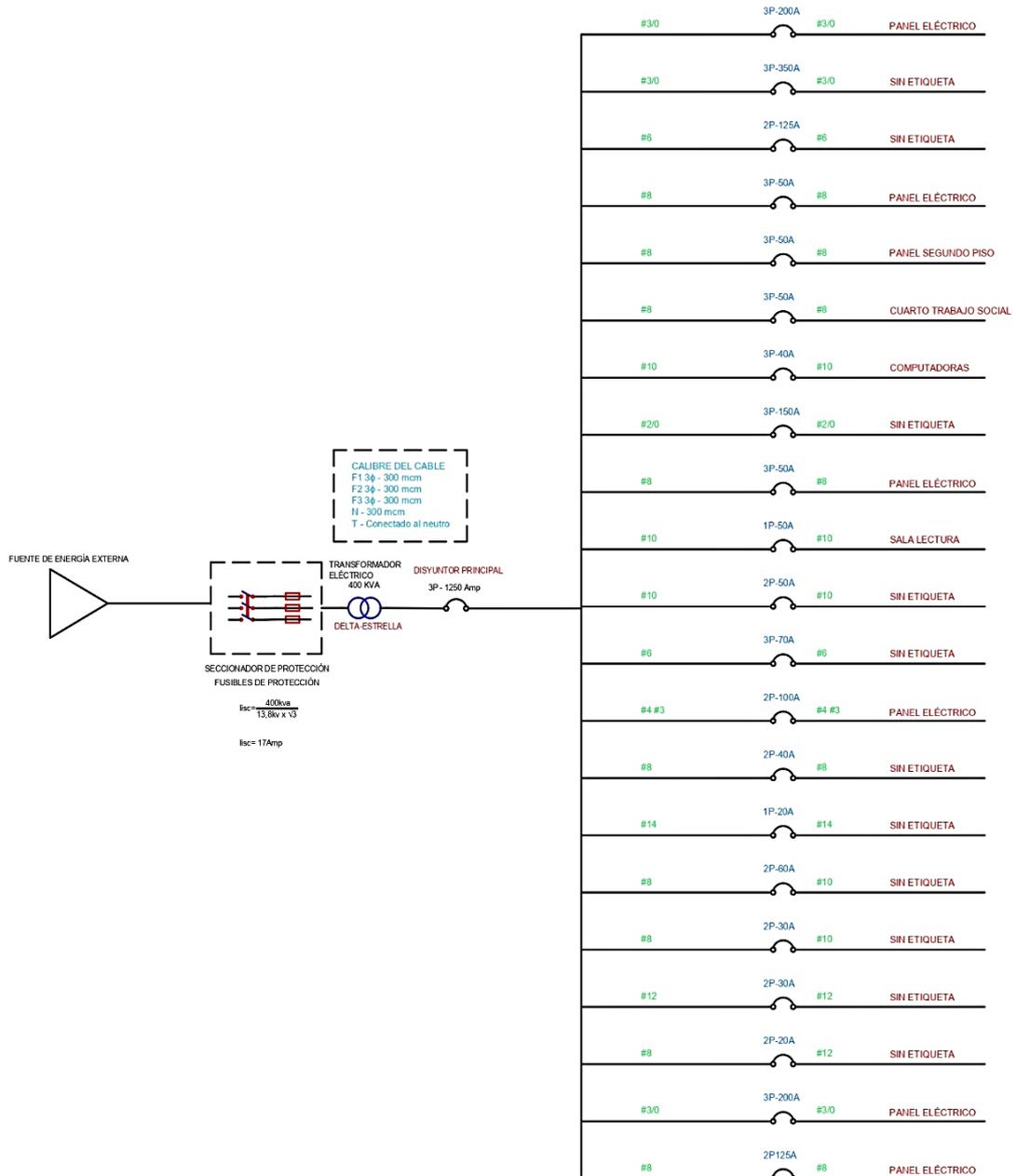
Elaborada por: Autor

3.1 Tablero eléctrico principal de la Facultad de Jurisprudencia

La figura 3.2 que se observa corresponde al diagrama unifilar del tablero eléctrico primordial que provee de energía a la facultad de derecho o jurisprudencia de la UCSG (Guayaquil, Ecuador). Este diseño proporciona un entendimiento detallado y planificado de la manera en la que la energía

eléctrica se distribuye y se transporta por los distintos componentes y vías dentro del campus. Entender este diagrama en cuestión es importante para tener una noción precisa de la manera en que opera el suministro de energía de la facultad.

Figura 3.2: Diagrama de tablero eléctrico



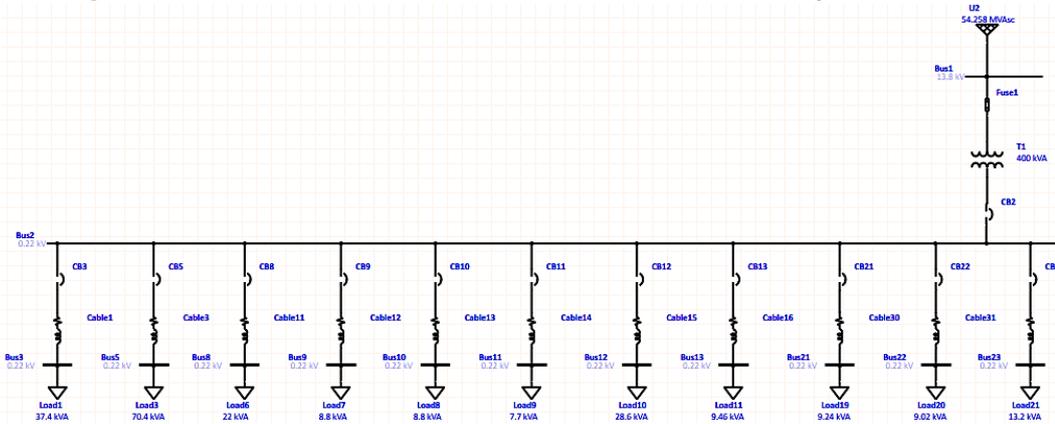
Elaborada por: Autor

En la Figura 3.2 se detalla específicamente el diseño del tablero eléctrico como se observa en la figura A1 del anexo, resaltando las partes fundamentales que conforman su estructura. En primer lugar, se ubica la fuente de energía alternativa, luego viene el separador de seguridad y finalmente los fusibles. Un elemento fundamental de este sistema es el transformador eléctrico de tipo estrella-delta de 400 Kva como se observa en la figura A5 y A6 del anexo, junto con disyuntor principal de 3 polos de 1250 A como se ve en la figura A2, A3 y A4 del anexo. Se utiliza un calibre de cable de 300 MCM para las tres fases y el neutro, esto asegura una conexión firme y segura para el sistema.

Al examinar las conexiones eléctricas, se puede observar una clara correlación con varios paneles eléctricos. Cada panel se personaliza para satisfacer necesidades específicas mediante el uso de cables de diferentes tamaños y los disyuntores correspondientes. Por ejemplo, la conexión al panel eléctrico se establece utilizando un cable #3/0 junto con un disyuntor tripolar de 200 A. En contraste, otro panel emplea un cable #8 acoplado con un disyuntor de 50 A de 3 polos. En el segundo piso se realiza la conexión mediante un cable #8 y un disyuntor tripolar de 50 A. Esta conexión se encarga de unir determinadas zonas, como por ejemplo la sala de trabajo social. Las computadoras se conectan a través de un cable #10 y un disyuntor unipolar de 40A. Además, hay otro panel eléctrico que utiliza cables n.º 8 y un disyuntor tripolar de 50 A. Este panel está específicamente dedicado a apoyar el área de lectura. Además, hay dos nuevos paneles eléctricos que también están conectados con cables #8 y disyuntores tripolares de 50 A. Por último, hay un panel más que requiere un cable #3/0 y un disyuntor tripolar de 125 A.

Se ha examinado el cuadro eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia. Para visualizar las conexiones eléctricas de una de las cargas, se crearon representaciones simuladas utilizando el software ETAP. Se puede apreciar estas representaciones en las figuras 3.3 y 3.4.

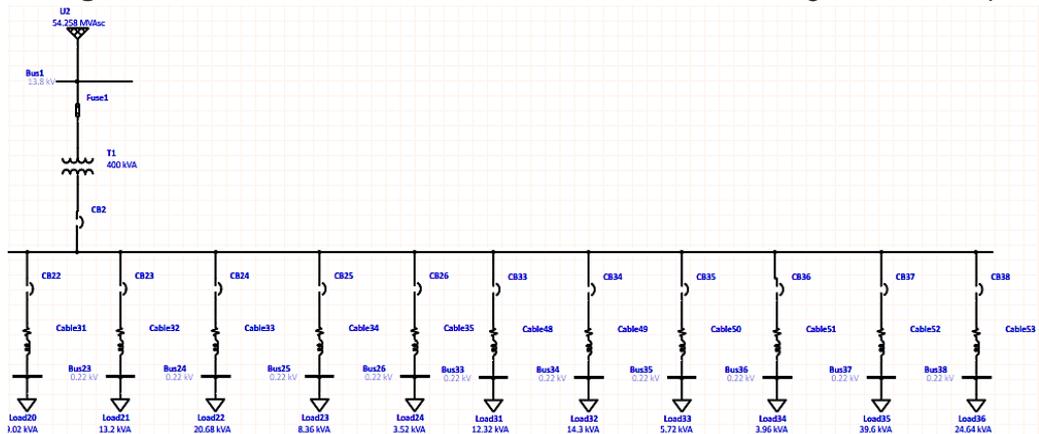
Figura 3.3: Conexiones eléctricas de cada una de las cargas en ETAP parte1



Elaborada por: Autor

Al emplear estas complejas simulaciones, se puede evaluar con precisión las diversas conexiones eléctricas que una carga particular ejerce en el panel eléctrico de la facultad.

Figura 3.4: Conexiones eléctricas de cada una de las cargas en ETAP parte2

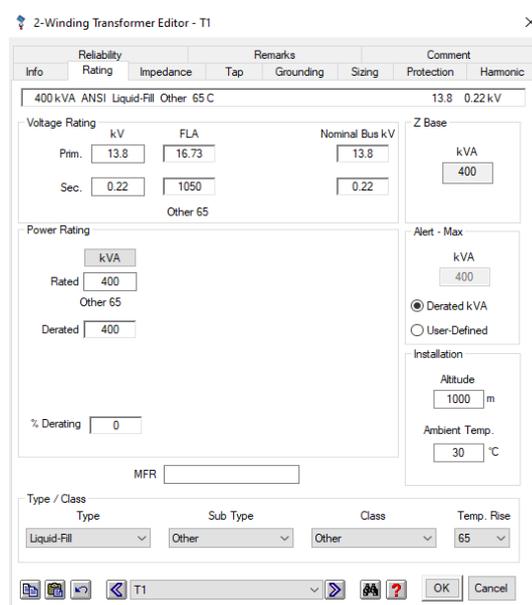


Elaborada por: Autor

La utilización de la simulación en ETAP ofrece un beneficio significativo al permitirnos examinar y comprender el rendimiento eléctrico del sistema, sin requerir ninguna interferencia física en la infraestructura. Además, nos permite identificar posibles problemas o regiones que pueden mejorarse en el diseño eléctrico. En consecuencia, esto ayuda a mejorar la efectividad y seguridad del sistema dentro del cuadro eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia.

En el software ETAP, la Figura 3.5 muestra el Editor de parámetros del transformador de devanado. Este editor permite a los usuarios configurar la capacidad del transformador de 400 kVA ingresando valores específicos de la facultad de jurisprudencia de la universidad. Estos valores abarcan información importante como la tensión primaria de 13,8 kV, la tensión secundaria de 0,22 kV y la temperatura de funcionamiento del transformador. Además, este editor proporciona e ingresa detalles sobre el tipo y características del transformador, etc.

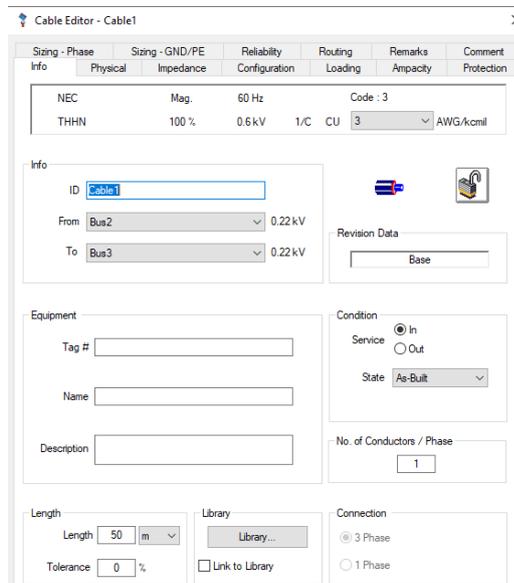
Figura 3.5: Editor de parámetros del transformadores de bobinado en ETAP



Elaborada por: Autor

En la Figura 3.6, se observa el Editor de parámetros de cable dentro del software ETAP. Este software en particular resulta muy beneficioso ya que otorga a los usuarios la posibilidad de personalizar aspectos cruciales del cable implementado en el sistema eléctrico. Dentro de este editor existe la opción de asignar un nombre al cable, definir su calibre específico, indicar su longitud en metros y establecer la frecuencia con la que se aplica. En este caso concreto, la frecuencia de aplicación está fijada firmemente en 60 Hz.

Figura 3.6: Editor de parámetros del cable empleado en ETAP

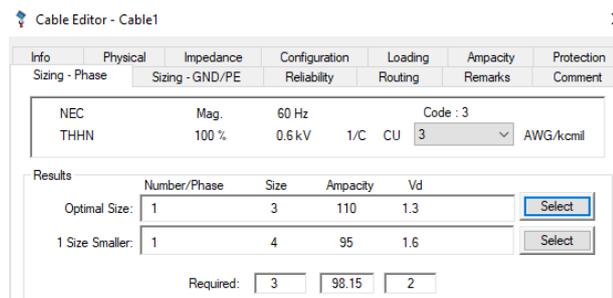


Elaborada por: Autor

El editor que poseemos tiene una gran importancia a la hora de alinear eficazmente las propiedades del cable con las demandas particulares del sistema eléctrico bajo consideración. Poder asignar nombres, determinar el ancho y ajustar el tamaño del cable agrega profundidad y realismo al software, lo cual es crucial para simulaciones eléctricas precisas como se observa en la figura 3.7. Además, tener control sobre la frecuencia nos permite adaptar el

cable a las condiciones específicas del sistema, garantizando en última instancia una representación más fiel de la red eléctrica dentro del alcance simulado. Este nivel de complejidad y personalización mejora enormemente tanto la precisión como la confiabilidad de las simulaciones eléctricas educativas.

Figura 3.7: Editor de parámetros de fase de dimensionamiento en ETAP

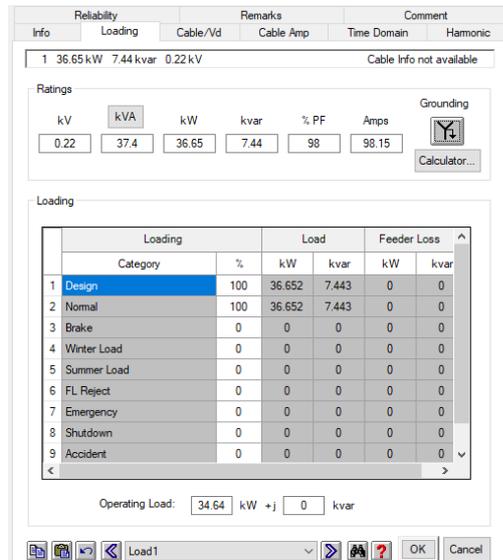


Elaborada por: Autor

El Editor de parámetros de carga estática, destacado en la Figura 3.8, representa un elemento fundamental dentro del software ETAP. Su relevancia es de gran magnitud, ya que brinda a los usuarios la capacidad de personalizar de manera meticulosa diversas facetas relacionadas con la carga eléctrica. Esta herramienta específica actúa como un medio que permite ajustar con facilidad y precisión una serie de parámetros esenciales. Entre estos parámetros se encuentran el voltaje (medido en kilovoltios), la capacidad aparente (en kilovoltamperios), la potencia activa (en kilovatios), la potencia reactiva (en kilovares), el factor de potencia (expresado como porcentaje) y la corriente (medida en amperios). Gracias a la versatilidad y funcionalidad del Editor de parámetros de carga estática, los usuarios pueden

realizar ajustes cruciales para optimizar el rendimiento y la eficiencia de sus sistemas eléctricos.).

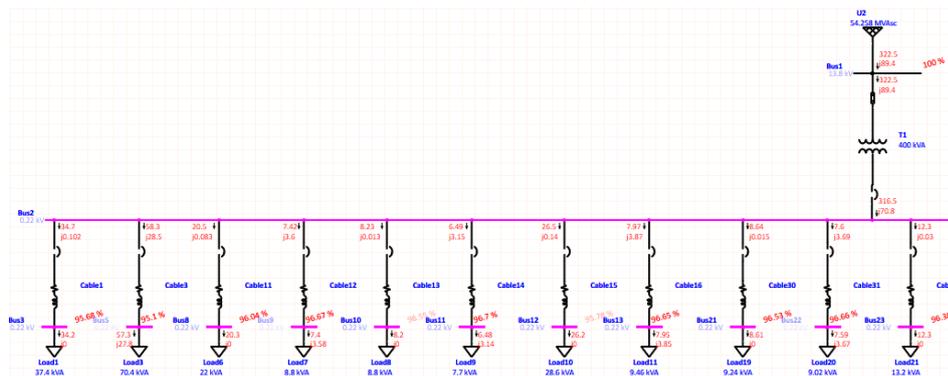
Figura 3.8: Editor de parámetros de carga estática en ETAP



Elaborada por: Autor

Además, tener la opción de modificar la potencia reactiva y el factor de potencia nos permite gobernar eficientemente la energía dentro del sistema. Una característica notable de este editor es su notable habilidad para servir como un valioso instrumento para la organización e imitación precisa y cuidadosa de cargas eléctricas como se observa en la figura 3.9.

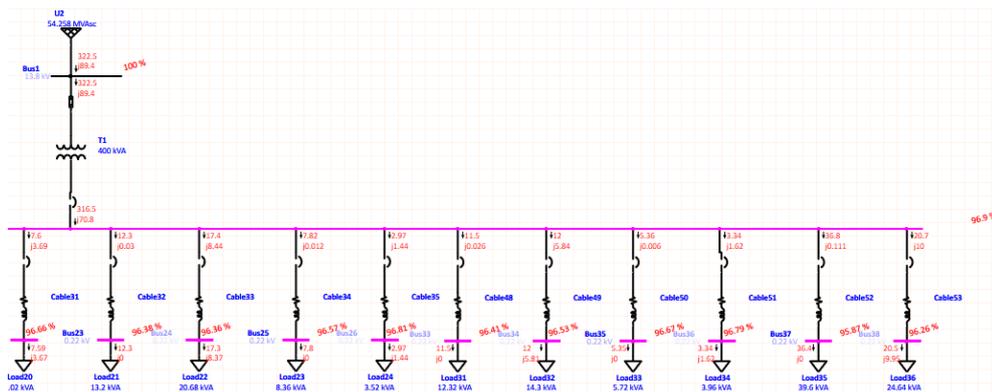
Figura 3.9: Conexiones eléctricas con porcentaje de pérdida de cada una de las cargas en ETAP parte1



Elaborada por: Autor

Dentro del software ETAP, se nos presentan las Figuras 3.9 y 3.10, que revelan el intrincado entramado de conexiones eléctricas, así como la medida precisa de la pérdida de voltaje para cada carga. Estas cautivadoras imágenes nos ofrecen una perspectiva lúcida sobre la interacción de cargas eléctricas, permitiéndonos discernir la magnitud de la pérdida de voltaje en cada coyuntura. No sólo eso, sino que este software también cuenta con un notable sistema de advertencia visual diseñado para avisarnos cuando el calibre del cable utilizado puede no ser el adecuado, simbolizado por una asertiva marca carmesí o roja oscura. Al aprovechar el poder de la comunicación visual, obtenemos la capacidad de identificar rápidamente cualquier dilema potencial y abordarlo rápidamente.

Figura 3.10: Conexiones eléctricas con porcentaje de pérdida de cada una de las cargas en ETAP parte1



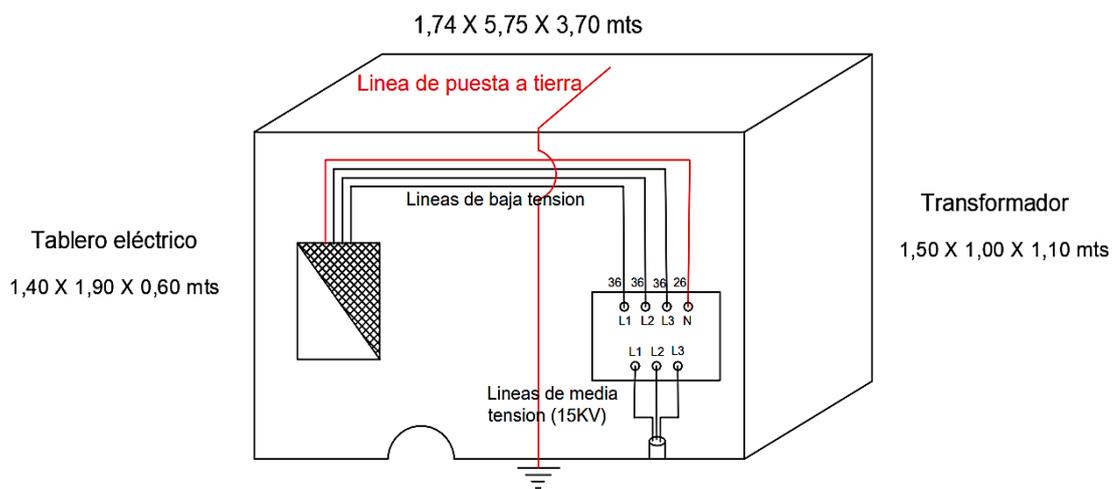
Elaborada por: Autor

Para garantizar la seguridad y el rendimiento eléctrico eficiente, es esencial realizar ajustes en el tamaño del cable. La capacidad de evaluar el porcentaje de pérdida de voltaje en tiempo real y determinar la idoneidad de los calibres de los cables demuestra ser una herramienta extremadamente valiosa cuando se trata de supervisar el sistema eléctrico.

3.2 Plano de tablero eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia

En la figura 3.11, se visualiza el plano de distribución de la sala de transformadores, cuyas dimensiones son 1,74 x 5,75 x 3,70 metros. En este plano también se representan los intrincados detalles del tablero eléctrico con unas medidas de 1,40 x 1,90 x 0,60 metros. Esta representación visual sirve como fuente crucial para comprender las configuraciones eléctricas, mostrando las tres fases y el neutro con un voltaje de 15 kV. Es importante señalar que las dimensiones indicadas para el transformador corresponden a unas medidas de 1,50 x 1,00 x 1,10 metros.

Figura 3.11: Plano del cuarto de transformadores y parterres

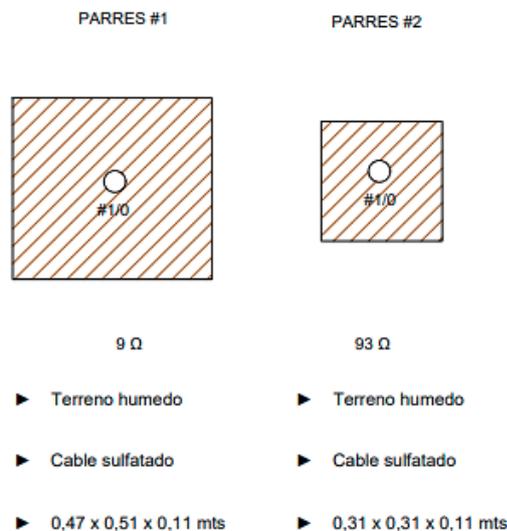


Elaborada por: Autor

La ubicación de los espacios verdes en la Facultad de Jurisprudencia es un aspecto importante para considerar al intentar comprender plenamente cómo se organizan estos elementos en el entorno académico. Estas áreas, distribuidas estratégicamente en varias secciones del campus, tienen un impacto significativo en la configuración de la atmósfera general y el ambiente del entorno educativo.

En la figura 3.12 proporciona detalles de los Parres #1 y #2 de la facultad de Jurisprudencia, que son componentes importantes del sistema de puesta a tierra. El primer Parres tiene una resistencia de 9 ohmios, calibre #1/0 y unas dimensiones de 0,47 x 0,51 x 0,11 metros. El segundo Parres, en cambio, tiene una resistencia de 93 ohmios, un calibre #1/0 y unas dimensiones de 0,31 x 0,31 x 0,11 metros. Ambos Parres están conectados por cables con un calibre #1/0 y están ubicados en zonas de mayor humedad.

Figura 3.12: Plano de los Parres #1 y #2 de la Facultad de Jurisprudencia

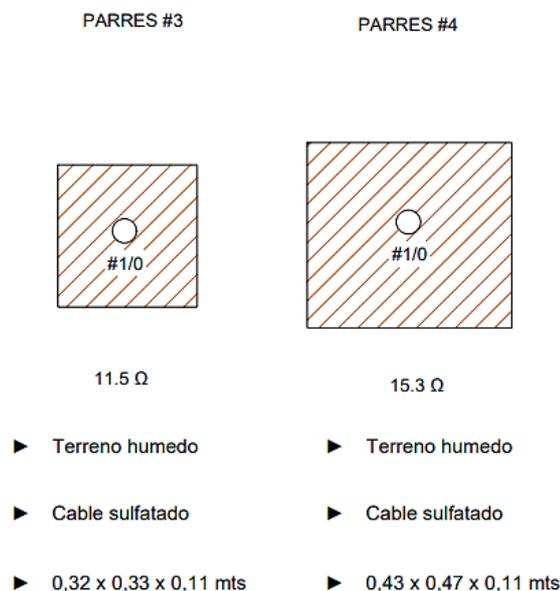


Elaborada por: Autor

Los planos presentados aquí brindan una comprensión integral de las características eléctricas y físicas de los Parres #1 y #2. Se centra en aspectos como la resistencia, el calibre, el tamaño y las condiciones del terreno. Estos detalles son fundamentales para evaluar la eficacia y confiabilidad del sistema de base de una facultad de derecho. La presencia de cables sulfatados y consideraciones de terreno húmedo son factores importantes que deben considerarse al evaluar y mejorar la eficiencia del sistema.

En la Figura 3.13 se encuentran los detalles específicos de los Parres #3 y #4, los cuales son elementos claves en el sistema de puesta a tierra de la Facultad de Jurisprudencia. La resistencia del tercer Parres se mide en 11,5 ohmios, con calibre #1/0 y unas dimensiones de 0,32 x 0,33 x 0,11 metros. Por otro lado, el cuarto Parres tiene una resistencia de 15,3 ohmios, también con calibre #1/0, y sus dimensiones miden 0,43 x 0,47 x 0,11 metros. Ambos Parres están unidos por cables de calibre #1/0 y están situados en regiones de mayor humedad. Es fundamental tener en cuenta la existencia de cables sulfatados y las consideraciones de terreno húmedo a la hora de evaluar y mejorar la eficiencia del sistema.

Figura 3.13: Plano de los Parres #3 y #4 de la Facultad de Jurisprudencia

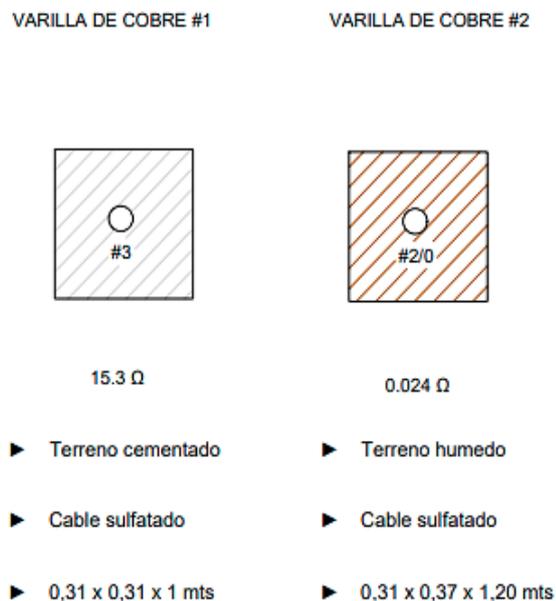


Elaborada por: Autor

La presencia de cables sulfatados y consideraciones de terreno húmedo son factores importantes que deben considerarse al evaluar y mejorar la eficiencia del sistema.

En la figura 3.14 proporciona detalles de las varillas de cobre #1 y #2 de la facultad de Jurisprudencia, que son componentes importantes del sistema de puesta a tierra. La primera varilla tiene una resistencia de 15,3 ohmios, calibre #3 y unas dimensiones de 0,31 x 0,31 x 1 metros. La segunda varilla tiene, en cambio, una resistencia de 0,024 ohmios, un calibre #2/0 y unas dimensiones de 0,31 x 0,37 x 1,20 metros, están ubicados en zonas de mayor humedad. La presencia de cables sulfatados y consideraciones de terreno húmedo son factores importantes que deben considerarse al evaluar y mejorar la eficiencia del sistema.

Figura 3.14: Plano de las varillas de cobre #1 y #2 de la Facultad de Jurisprudencia

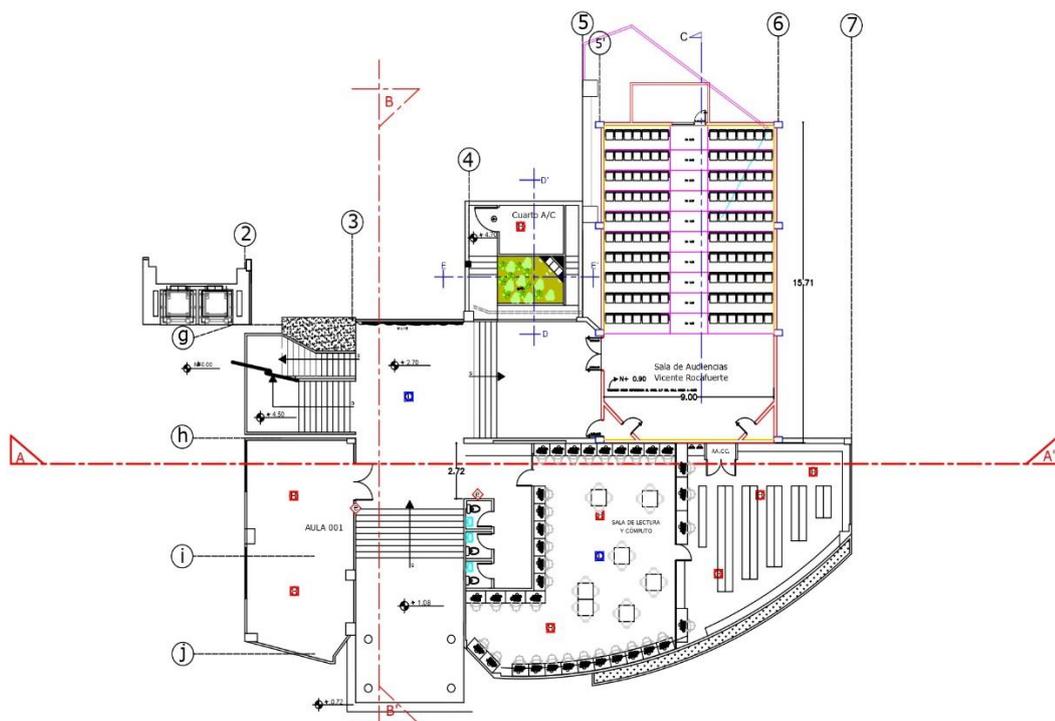


Elaborada por: Autor

Las medidas que se han anotado en el plano inicial representan las primeras observaciones. Por lo tanto, se presentarán más adelante valores diferentes, cada uno con una explicación detallada. Es importante destacar que la varilla de cobre marcada como #2, ubicada en la esquina inferior

derecha, cumple la función de electrodo en el sistema. Además, estas mediciones se han organizado en un orden que va de derecha a izquierda, lo que facilita un recorrido sistemático por las instalaciones de la facultad, en la figura 3.15 se observa el diseño general de los planos de la Facultad de Jurisprudencia, adicionalmente en las figuras A9 hasta la A15 de los anexos se sitúa los planos correspondientes de los pisos de la facultad.

Figura 3.15: Plano de la Facultad de Jurisprudencia



Elaborada por: Autor

3.3 Mediciones de ohmios de sistema puesta a Tierra

En la etapa de recolección de información del sistema de puesta a tierra, acostumbran a usar un telurómetro para conseguir mediciones de la superficie del Ohmiaje. El artefacto en cuestión se utiliza con el fin de determinar la impedancia eléctrica del sistema en términos de ohmios. Su utilización posibilita conseguir información de mayor precisión acerca de la

capacidad del suelo para dirigir electricidad, de esta manera, apoya un análisis más completo y significativo del conjunto de sistema en su totalidad.

En la figura 3.16, se presenta el PARRES-EP-ET, un dispositivo diseñado con la finalidad de disminuir la resistencia de contacto entre el cobre y el terreno, mejorando así la capacidad de conducción de corriente. Según la medición efectuada utilizando un multímetro, se registra un valor de 9 ohmios para el electrodo marcado como #1.

Figura 3.16: Medición de ohmiaje de Parre #1



Elaborada por: Autor

En la figura 3.17, se muestra el Electrodo Químico parre #2, con una resistencia medida de 9,4 ohmios según el multímetro. Es relevante notar que en el plano correspondiente se indica una lectura ligeramente diferente, marcando 9,3 ohmios para este mismo electrodo.

Figura 3.17: Medición de ohmiaje de Parre #2



Elaborada por: Autor

En la figura 3.18, se ve la Varilla #1 con una resistencia medida de 13,5 ohmios, según la lectura del multímetro. Vale la pena notar que en el plano respectivo se indica una lectura ligeramente diferente, registrando 15,3 ohmios para esta misma varilla.

Figura 3.18: Medición de ohmiaje de Varilla #1



Elaborada por: Autor

En la figura 3.19, se observa el Parre #4 con una resistencia medida de 2,3 ohmios, según la lectura del multímetro. Es importante mencionar que en el plano se indica un valor un poco diferente, marcando 3,2 ohmios para este mismo parre.

Figura 3.19: Medición de ohmiaje de Parre #4



Elaborada por: Autor

En la figura 3.20, se ve el Electrodo con una resistencia medida de 0,081 ohmios, según la lectura del multímetro. Es importante notar que en el plano se registran dos lecturas más: 0,084 ohmios y 0,093 ohmios. Estas mediciones presentan cambios muy pequeños en relación con el valor inicial, lo que destaca la consistencia en las mediciones y la precisión del sistema.

Figura 3.20: Medición de ohmiaje de Electrodo



Elaborada por: Autor

En la figura 3.21, se muestra el Parre #3 con una resistencia medida de 11,4 ohmios, según la lectura del multímetro. Es importante mencionar que en el plano se anota una lectura ligeramente diferente, marcando 11,5 ohmios para este mismo parre.

Figura 3.21: Medición de ohmiaje de Parre #3



Elaborada por: Autor

En la tabla 3.1 se observa información fundamental acerca de las mediciones realizadas de resistencia del sistema de puesta a tierra, donde se evidencia una gran diferencia. Estas discrepancias resaltan la necesidad de precisar con exactitud y tomar en consideración las particularidades que pueden afectar la fiabilidad del sistema de aterramiento.

Tabla 3.1: Mediciones de resistencia de las varillas y parres de la Facultad de Jurisprudencia.

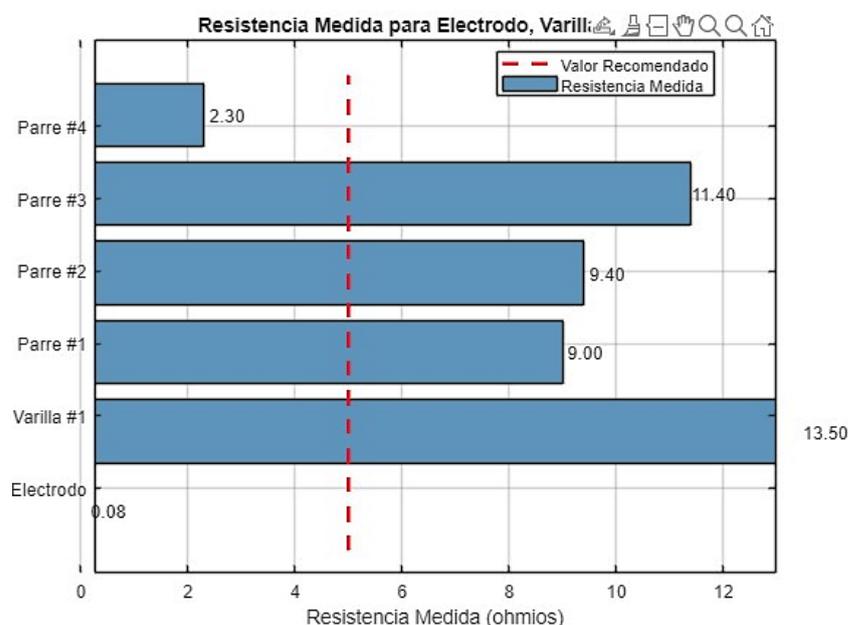
Electrodo/Varilla/Parre	Resistencia Medida (ohmios)	Variación en Plano (ohmios)
Parre #1	9	9.1
Parre #2	9.4	9.3

Parre #3	11.4	11.5
Parre #4	2.3	3.2
Varilla #1	13.5	15.3
Electrodo	0,084	0,093

Elaborada por: Autor

En la figura 3.22 se visualiza la simulación gráfica de los valores de resistencia medidos en la facultad de Jurisprudencia con respecto a las varillas, parres y electrodo en Matlab en la figura A8 de los anexos se adjunta el código utilizado, en los cuales se aprecia los valores elevados en referencia al valor recomendado, el cual corresponde a un valor de 5 ohmios, dando a comprender, que se debe reducir los valores de resistencia con el fin de tener un sistema de puesta a tierra más óptimo, por lo cual en el siguiente subtema se plantean distintas propuestas para reducir dichos valores de impedancia medidos en la facultad.

Figura 3.22: Análisis de mediciones de ohmiaje en Matlab



Elaborada por: Autor

3.4 Reporte del área analizada

En la instalación de un sistema de puesta a tierra, una variedad de factores ambientales pueden afectar su desempeño. Un punto clave es la humedad, sobre todo en las zonas verdes como se observa en la figura 2.23. La presencia de humedad favorece las descargas eléctricas, lo cual es fundamental para mantener seguros los sistemas e instalaciones.

Figura 3.23: Inspección de cableado de puesta a tierra



Elaborada por: Autor

Otro factor es la corrosión causada por la exposición y el clima. Los grilletes y terminales de conexión expuestos a los elementos pueden corroerse, aumentando el riesgo de contacto accidental y reduciendo la eficacia del sistema. Los cambios de terreno son otro factor. Los cambios en el entorno, como ajustes de construcción o drenaje, pueden afectar las cajas de registro de un sistema de puesta a tierra, afectando su capacidad para conectarse eficazmente al suelo y su rendimiento general.

Pueden ocurrir cambios mecánicos con el tiempo. La conexión entre el conductor de tierra y el electrodo puede aflojarse, comprometiendo la conexión esencial al sistema. Asimismo, el conector a tierra puede perder su capacidad de sujeción adecuada, creando un eslabón débil.

3.4.1 Recomendaciones para reducir o mejorar los valores de ohmiaje

En el momento en que se identifican parámetros que se apartan de las pautas fijadas en el sistema de puesta a tierra, la importancia de llevar a cabo un estudio o análisis detallado de las circunstancias presentes del sistema de puesta a tierra se torna fundamental. El procedimiento en cuestión busca conseguir una percepción integral de la circunstancia, de manera que así se puedan formular sugerencias específicas que sirvan para aumentar y mejorar la capacidad del sistema en su totalidad.

- Dentro de las posibles sugerencias, una táctica destacable sería la ejecución de un mantenimiento correctivo concentrado en las zonas de registro del sistema de tierra. Este procedimiento implicaría diversas acciones, de las cuales la principal sería la reorientación de los componentes electrónicos como un fragmento fundamental. Este ajuste tiene como eje principal la renovación y preservación de las relaciones de electricidad correctas, compensando posibles errores que podrían estar dañando la capacidad del sistema en su totalidad.
- Además, dentro del contexto de las sugerencias destinadas a mejorar la eficiencia del sistema de puesta a tierra, se examina la viabilidad de incorporar componentes que sean orgánicos como una alternativa

factible. Estos componentes tienen un papel importante al fin de aumentar la capacidad del sistema, haciendo una gran contribución a preservar la consistencia de las relaciones de electricidad a través del tiempo. Esta medida profiláctica no solo subsanará las posibles dificultades encontradas, sino que además dará comienzo a una labor de prevención de posibles fallas en el sistema.

3.4.2 Optimización del Terreno para un Sistema de Puesta a Tierra Eficiente

Al analizar cuidadosamente las condiciones del terreno, no sólo puede identificar problemas potenciales sino también recomendar mejoras que pueden tener un impacto positivo en la efectividad de su sistema de puesta a tierra. Durante este proceso de optimización, considere la opción de incorporar elementos orgánicos como posos de café, arcilla en polvo, carbón activado, sales de granos y tierra orgánica o cultivada para mejorar las propiedades del suelo y fortalecer la conexión del sistema con su entorno.

En este enfoque, nuestro plan es recubrir la sección descubierta del alambre de cobre con una capa de cemento conductor. Esta capa no sólo actúa como escudo de protección, sino que también tiene un papel crucial en la mejora del entorno del sistema de puesta a tierra. Al adoptar esta estrategia, anticipamos una mejora sustancial en el proceso de alta, garantizando un desempeño óptimo en el largo plazo.

La razón detrás de la inclusión de sustancias orgánicas en el suelo es mejorar su conductividad eléctrica, fortaleciendo así la conexión entre el

sistema de puesta a tierra y sus alrededores. Sustancias como los pozos de café y el polvo de arcilla poseen cualidades únicas que fomentan la conductividad, mientras que el carbón activado, las sales de cereales y el suelo orgánico o cultivado asumen un papel crucial en el establecimiento de un ambiente amigable que propicie la conducción.

Figura 3.24: Revisión de varillas de puesta a tierra



Elaborada por: Autor

Las estrategias para la aplicación de capas de cemento conductor giran en torno a dos aspectos principales. En primer lugar, sirve como escudo de protección que protege los cables de cobre expuestos de elementos externos desfavorables, disminuyendo cualquier posible efecto negativo que pueda comprometer su funcionalidad a largo plazo. En segundo lugar, el cemento posee propiedades de conductividad eléctrica, lo que a su vez mejora la eficacia de la descarga, estableciendo así un sistema de puesta a tierra más resistente y fiable.

3.4.3 Análisis Crítico del Sistema Actual de Puesta a Tierra

Al realizar un análisis visual exhaustivo del sistema de puesta a tierra vinculado a la instalación eléctrica de la universidad, se observa algunas irregularidades bastante graves. En particular, los electrodos de los Parres, compuestos por un núcleo de grafito y cobre, ha superado su vida útil estimada originalmente. Además, se observaron signos de corrosión en las conexiones de las varillas, lo que indica una disminución notable en la integridad general del sistema.

Es muy recomendable considerar instalar un nuevo sistema, ya sea con varillas de cobre puro o con un sistema de electrodos más avanzado y duradero. Esta medida no es únicamente para solucionar las fallas halladas, sino también para aumentar la capacidad y fiabilidad del sistema de manera considerable en términos de descargas de electricidad y protección.

Una evaluación crítica del sistema actual no solo resalta las anomalías existentes, sino que también proporciona la base para una planificación estratégica que garantice operaciones sólidas y sostenibles en el tiempo. La implementación de mejoras fundamentales se considera una inversión crítica en seguridad eléctrica y la eficacia continua del sistema, allanando el camino para un entorno eléctrico más seguro y eficiente en la universidad.

3.4.4 Observaciones y recomendaciones del Sistema Actual de Puesta a Tierra

Al realizar las actividades se identificaron algunos aspectos que es necesario abordar en el sistema eléctrico. Inicialmente se observó la

presencia de un puente eléctrico entre la barra de cobre neutro y la barra de tierra, lo que constituye una configuración indeseable. También se ha señalado la existencia de varios sistemas de puesta a tierra en espacios verdes, donde se activa una varilla tipo electrodo como se ve en la figura 2.25.

Figura 3.25: Presencia de Varillas oxidadas en la puesta a tierra



Elaborada por: Autor

Para aumentar la confiabilidad y eficiencia del sistema se propone eliminar el alimentador eléctrico que tiene forma de puente entre la barra y el piso. Asimismo, es recomendable realizar una conexión eléctrica con el sistema de puesta a tierra a través de un cable de 250 milímetros para asegurar un enlace firme y duradero.

Otro elemento para tener en cuenta es el mejoramiento del terreno alrededor de las varillas, con el fin de aumentar la capacidad del sistema de puesta a tierra. Además, el objetivo es etiquetar los disyuntores que no tengan identificador, esto facilitaría el reconocimiento y conservación de estas embarcaciones.

Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se ha hecho un estudio detallado de la infraestructura de electricidad en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UCSG. Se han reconocido zonas endebles y zonas que requieren perfeccionamientos del sistema de puesta a tierra con el fin de garantizar una óptima y segura funcionamiento. Este diagnóstico ofrece una percepción clara de las partes que tienen que ser tratadas para aumentar la fiabilidad y la capacidad del sistema eléctrico.
- Se ha determinado la importancia de la puesta a tierra en específico dentro de la facultad, debido a su contexto geográfico y sus necesidades. Este estudio ha posibilitado entender las circunstancias particulares que requieren de los requerimientos de puesta a tierra para cuidar la seguridad y el sustento de las normas de electricidad del sector específico en donde se localiza la academia.
- Se ha hecho una investigación cuidadosa del sistema de protección contra sobretensiones en la escuela con relación a las peticiones determinadas. Este análisis ha demostrado la capacidad del sistema en cuestión y ha revelado áreas en donde es necesario perfeccionarlo para aumentar su capacidad y reducir los riesgos de descargas eléctricas. Las innovaciones sugeridas se fundan en una perspectiva proactiva con el fin de garantizar la fiabilidad y la eficiencia del sistema de puesta a tierra dentro de la facultad.

4.2 Recomendaciones

- Para garantizar la máxima capacidad y la confiabilidad de la operación y preservación del sistema de puesta a tierra, se aconseja educar al personal responsable. Esto ayudará a manejar de manera correcta el sistema en situaciones de apremio o emergencia.
- Se recomienda crear documentación que sea extensa y que contenga imágenes, los resultados de las pruebas, además de los procedimientos de cuidado. Este registro será importante para las siguientes referencias, ya que garantiza la consistencia y la efectividad de las actividades de preservación o renovación.
- También, se aconseja ejecutar un monitoreo constante luego de la entrada en vigor del programa. Esto dará la oportunidad de examinar el desempeño en condiciones reales, descubriendo tempranamente errores o precisiones de acomodación. Los cambios en la configuración deben basarse en la retroalimentación obtenida y en la forma en que evolucionaron las necesidades de electricidad, garantizando una constante adaptación a las exigencias cambiantes del contexto.

Bibliografías

- Abrigo, J., & Enríquez, C. (2023). Implementación de un sistema de puesta a tierra para los Laboratorios del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. [bachelorThesis, Ecuador :La Maná : Universidad Tecnica de Cotopaxi (UTC)].
<http://localhost/handle/27000/11553>
- Alvarado Ortiz, M. T., Baca Auccapuri, R. M., & Ynga Campodonico, A. J. (2021). Modelado de un Sistema de Puesta a Tierra en Función a la Frecuencia y el Comportamiento de los Electrodoes Ante Descargas Atmosféricas, Callao 2020.
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5877>
- Ávila, P. (2019, enero 17). 7 consecuencias de un mal sistema de puesta a tierra. <https://www1.elvatron.com/equipos-de-puesta-a-tierra-y-aislamiento/7-consecuencias-de-un-mal-sistema-de-puesta-a-tierra>
- Bender. (2020). Los sistemas IT en el espejo de las normas.
<https://www.bender.es/informacion-tecnica/tecnologia/sistema-it/los-sistemas-it-en-el-espejo-de-las-normas/>
- Castro Fernández, M., Vilaragut Llanes, M., Grandal Benitez, Y., Rodríguez González, Y., Castro Fernández, M., Vilaragut Llanes, M., Grandal Benitez, Y., & Rodríguez González, Y. (2023). Puesta a tierra en viviendas con sistema solar fotovoltaico como alternativa de generación de electricidad. *Ingeniería Energética*, 44(2), 142-151.
- Ellinas, E. D., Christodoulou, C. A., & Gonos, I. F. (2023). Medium voltage outdoor compact substations' earthing system evaluation based on

- quantified risk analysis. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 36, 101180. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101180>
- Erico. (2020, julio 7). Measurement Of Electrode Resistance – Ground Electrode Design Principles and Testing | nVent. <https://blog.nvent.com/measurement-of-electrode-resistance-ground-electrode-design-principles-and-testing/>
- Etkho. (2022, diciembre 23). Sistemas eléctricos TN: Características, tipos y redes TN-S en instalaciones eléctricas de hospitales. ETKHO Hospital Engineering. <https://www.etkho.com/sistemas-electricos-tn-caracteristicas-tipos-y-redes-tn-s-en-instalaciones-electricas-de-hospitales/>
- Grcev, L., Markovski, B., & Todorovski, M. (2021). General Formulas for Lightning Impulse Impedance of Horizontal and Vertical Grounding Electrodes. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 36(4), 2245-2248. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2021.3080137>
- Hoole, P. R. P., Hoole, R. P., & Hoole, S. R. H. (2022). Practice of Lightning Protection: Risk Assessment, External Protection, Internal Protection, Surge Protection, Air Termination, Down Conductor, Earthing, and Shielding. En P. Hoole & S. Hoole (Eds.), *Lightning Engineering: Physics, Computer-based Test-bed, Protection of Ground and Airborne Systems* (pp. 105-155). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94728-6_4
- Interempresas. (2023). Medidores de resistencia de tierra Fluke 1625 avanzado / 1623 básico. <https://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto->

Medidores-de-resistencia-de-tierra-Fluke-1625-avanzado-1623-
basico-24202.html

Ladeuth, Y. M., López, D. D., Socarrás, C. A., Ladeuth, Y. M., López, D. D.,
& Socarrás, C. A. (2021). Diagnóstico del consumo de energía
eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica
de calidad ISO 50001:2011. *Información tecnológica*, 32(1), 101-112.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100101>

León, R. (2021). Mejoramiento de la puesta a tierra en estructuras
arriostradas tipo VSL de la Línea de transmisión 500 kV L-5032
Chilca—Poroma. Repositorio de Tesis - UNMSM.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17031>

Lorenzo, M. (2020, agosto 20). An Introduction to the Fall-of-Potential
Method—Technical Articles. [https://eepower.com/technical-articles/an-
introduction-to-the-fall-of-potential-method/](https://eepower.com/technical-articles/an-introduction-to-the-fall-of-potential-method/)

Mohamad, N. A. F., Ab, M. Z. A., Osman, M., Abd Rahman, M. S., Ungku
Amirulddin, U. A., Mohd Nasir, M. S., Zaini, N. H., & Nik Ali, N. H.
(2021). Impact of Earthing System Designs and Soil Characteristics on
Tower Footing Impedance and Ground Potential Rise: A Modelling
Approach for Sustainable Power Operation. *Sustainability*, 13(15),
Article 15. <https://doi.org/10.3390/su13158370>

Orbea García, J. M. (2023). Análisis del sistema de protección de puesta a
tierra y apantallamiento eléctrico en una planta minera. [masterThesis,
Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; UTC.].
<http://localhost/handle/27000/10936>

- Ortega, D. (2021). Desarrollo de un método de puesta a tierra en redes de distribución. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/18589>
- Otero, P., Peñafiel, S., Vallejo, D., Granda, N., & Ramírez, J. (2021). Simulación de Mallas de Puesta a Tierra Utilizando el Método de los Elementos Finitos en Tres Dimensiones. *Revista Técnica «energía»*, 17(2), Article 2. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v17.n2.2021.437>
- Palone, F., Buono, L., & Spezie, R. (2021). New grounding systems for enhancing OHL performances and reducing environmental impact. 2021 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2021 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), 1-6. <https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope51590.2021.9584763>
- Panethiere, M. (2022). Analysis of Grounding and Bonding for Power Distribution Systems in Commercial, Industrial, and Institutional Buildings—ProQuest. <https://www.proquest.com/openview/d6ecb4d9a03cb25af97e2989d734699e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Parashar, V., & Mishra, B. (2021). Designing efficient soil resistivity measurement technique for agricultural wireless sensor network. *International Journal of Communication Systems*, 34(8), e4785. <https://doi.org/10.1002/dac.4785>
- Paunović, I. Ž. (2023). Expressions for the earth resistance of the human feet in safety studies of earthing systems. *Electrical Engineering*, 105(3), 1377-1396. <https://doi.org/10.1007/s00202-023-01736-3>

- Peris, J. (2021, septiembre 9). Cómo realizar la medición de la resistencia de la toma de tierra. APIEM. <https://www.apiem.org/como-realizar-la-medicion-de-la-resistencia-de-la-toma-de-tierra/>
- Ramos, O., Uribe, F. A., Valcárcel, L., Hajiaboli, A., Franiatte, S., & Dawalibi, F. P. (2020). Nonlinear Electrode Arrangements for Multilayer Soil Resistivity Measurements. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 62(5), 2148-2155.
<https://doi.org/10.1109/TEMC.2020.2970149>
- Salazar, E., & Quinatoa, C. (2023, julio 15). Análisis del sistema de protección de puesta a tierra y apantallamiento eléctrico en una planta minera | LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades. <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/838>
- Sánchez. (2019). Mediciones de resistividad y resistencia a tierra.
<https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/mediciones-resistividad-y-resistencia-tierra/mediciones-resistividad-y-resistencia-tierra>
- Sánchez, M. (2023, junio 30). COMPROBACIÓN DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA MEDIANTE SOFTWARE: CHECK OF GROUNDING SYSTEMS BY MEANS OF SOFTWARE | Tse'De.
<https://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/article/view/135>
- Sarzosa, D., Chipugsi, J., Caicedo, H., Murillo, L., & Peña, B. (2020). Optimización del sistema de puesta a tierra en la planta de tratamiento de conocoto, Quito—Ecuador. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 2(15), Article 15.
- Seco, E. P. J. D. G., Pulido, J. M. G., Gómez, D. G., & Alcelay, I. A. (2019). Influencia del Sistema de Puesta a Tierra en la Compatibilidad

Electromagnética en Edificios Hospitalarios = Influence of Grounding Systems in the Electromagnetic Compatibility in Hospital Buildings.

Anales de Edificación, 5(2), Article 2.

<https://doi.org/10.20868/ade.2019.4043>

Subilibia, D. (2019, noviembre 8). ¿Qué es la Puesta a Tierra? PROINEX.

<https://proinex.net/que-es-la-puesta-a-tierra/>

Surfer. (2023, febrero 25). Puesta a Tierra: Procedimientos, Tipos y

Beneficios. [https://industrysurfer.com/blog-](https://industrysurfer.com/blog-industrial/construccion/puesta-a-tierra-procedimientos-tipos-y-beneficios/)

[industrial/construccion/puesta-a-tierra-procedimientos-tipos-y-](https://industrysurfer.com/blog-industrial/construccion/puesta-a-tierra-procedimientos-tipos-y-beneficios/)

[beneficios/](https://industrysurfer.com/blog-industrial/construccion/puesta-a-tierra-procedimientos-tipos-y-beneficios/)

Tupunatron. (2023). Sistema de Puesta a Tierra.

<https://tupunatron.com/sistema-de-puesta-a-tierra/>

Velmurugan, P., & Chattopadhyay, A. B. (2023). Earth Integrity Test–

Complexity of and Insight Into the Interpretation of Field Test Results.

IEEE Access, 11, 110442-110453.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3321577>

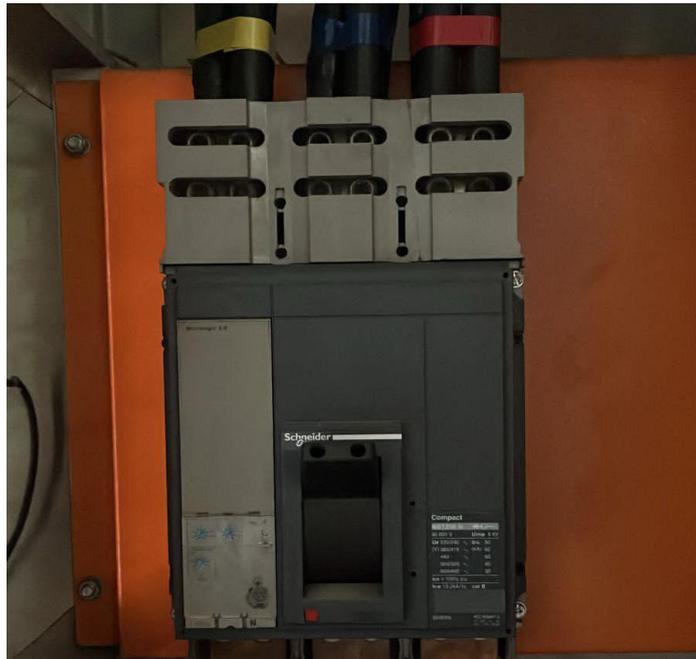
Anexo 1

Figura A1: Tablero eléctrico de la Facultad de Jurisprudencia



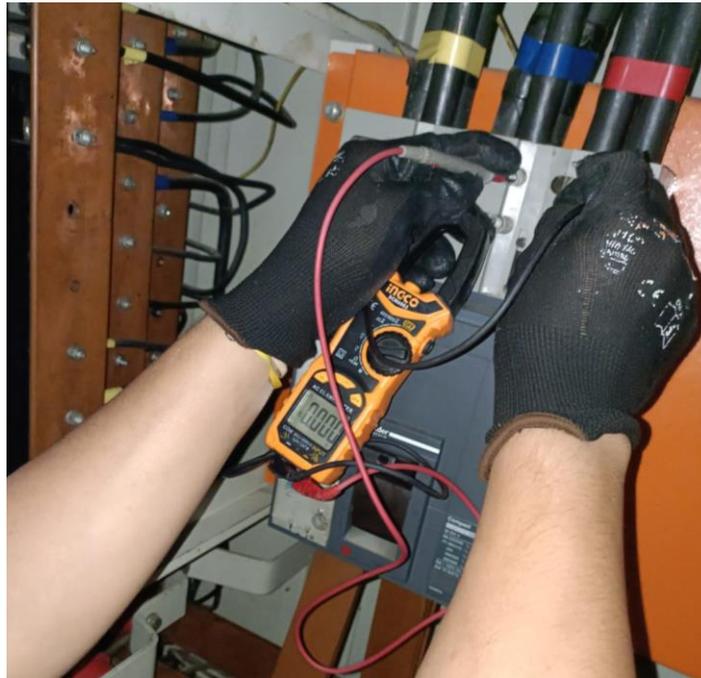
Elaborado por: El Autor

Figura A2: Disyuntor principal de la Facultad de Jurisprudencia



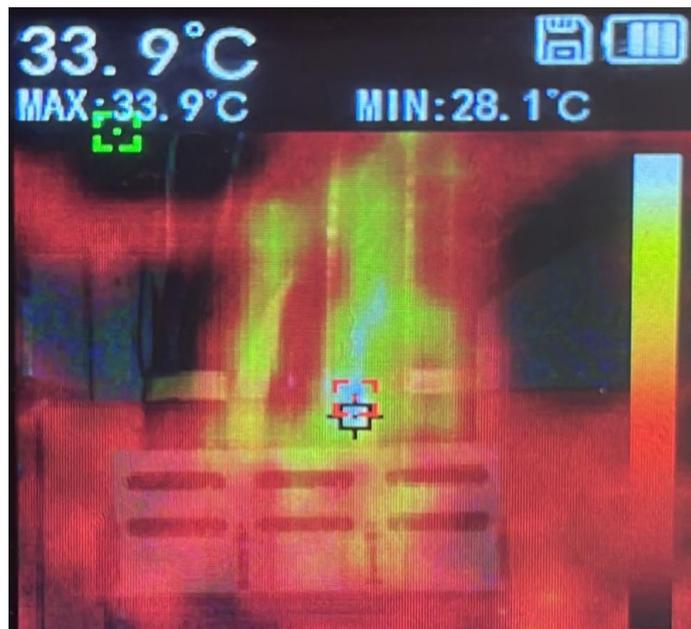
Elaborado por: El Autor

Figura A3: Mediciones y comprobaciones del disyuntor principal de la Facultad de Jurisprudencia



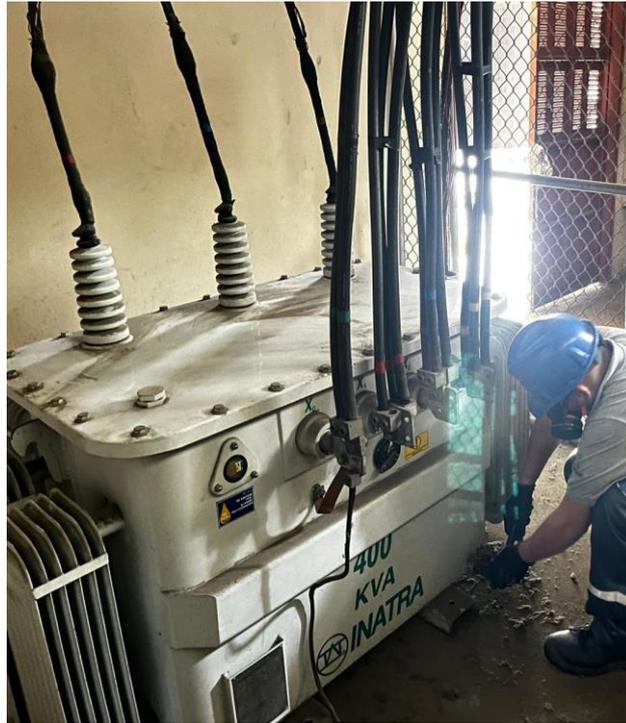
Elaborado por: El Autor

Figura A4: Medición de temperatura de los componentes eléctricos



Elaborado por: El Autor

Figura A5: Mantenimiento del transformador de la Facultad de Jurisprudencia



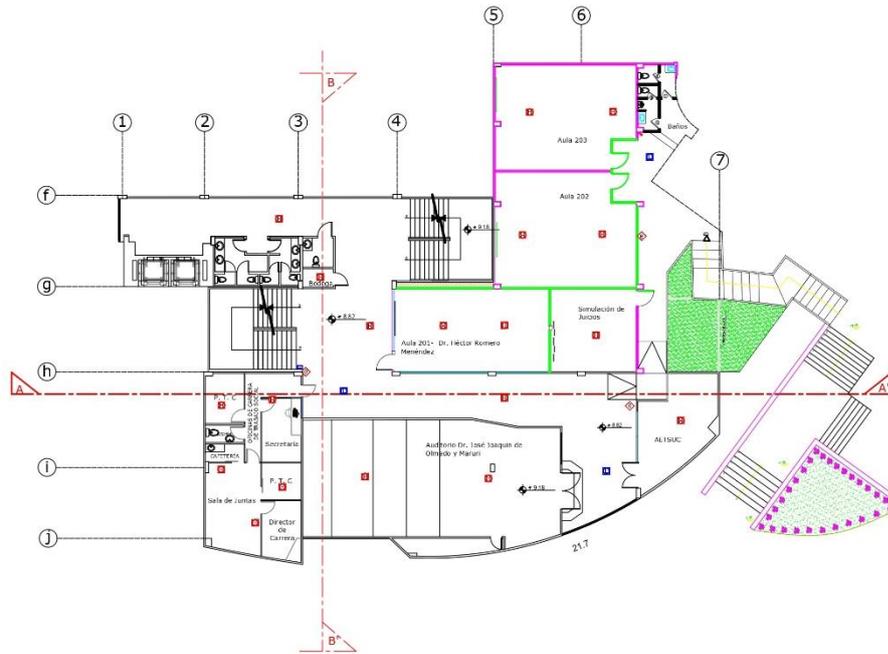
Elaborado por: El Autor

Figura A6: Recolección de muestra de aceite refrigerante del transformador de la Facultad de Jurisprudencia para análisis de vida útil



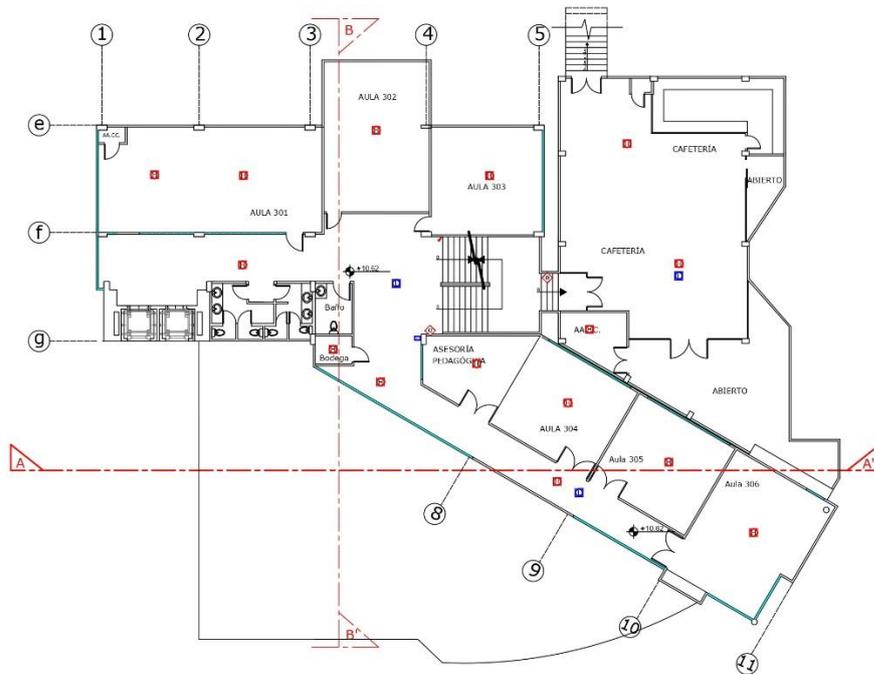
Elaborado por: El Autor

Figura A10: Plano del segundo piso de la Facultad de Jurisprudencia



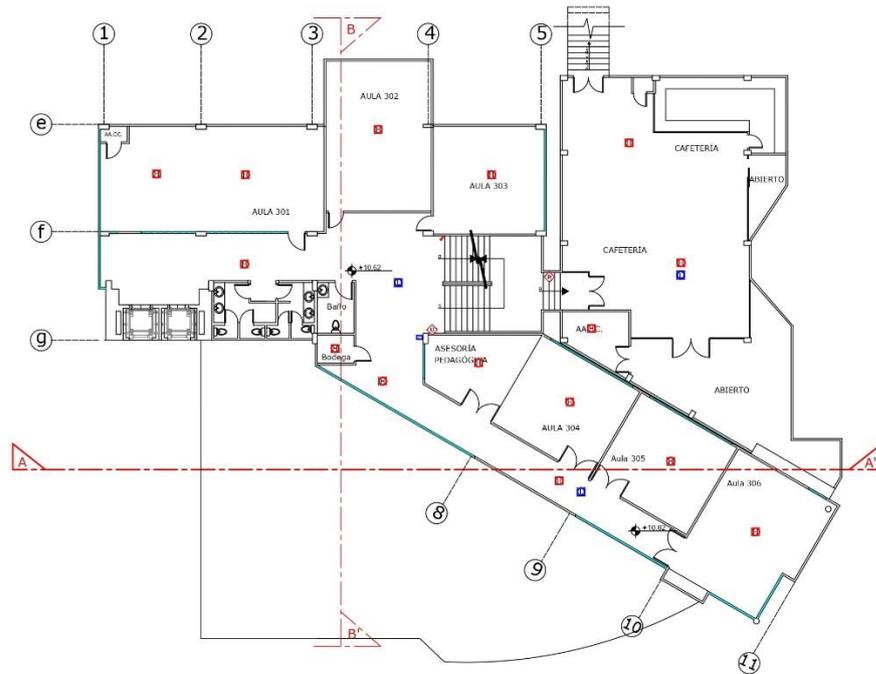
Elaborado por: El Autor

Figura A11: Plano del tercer piso de la Facultad de Jurisprudencia



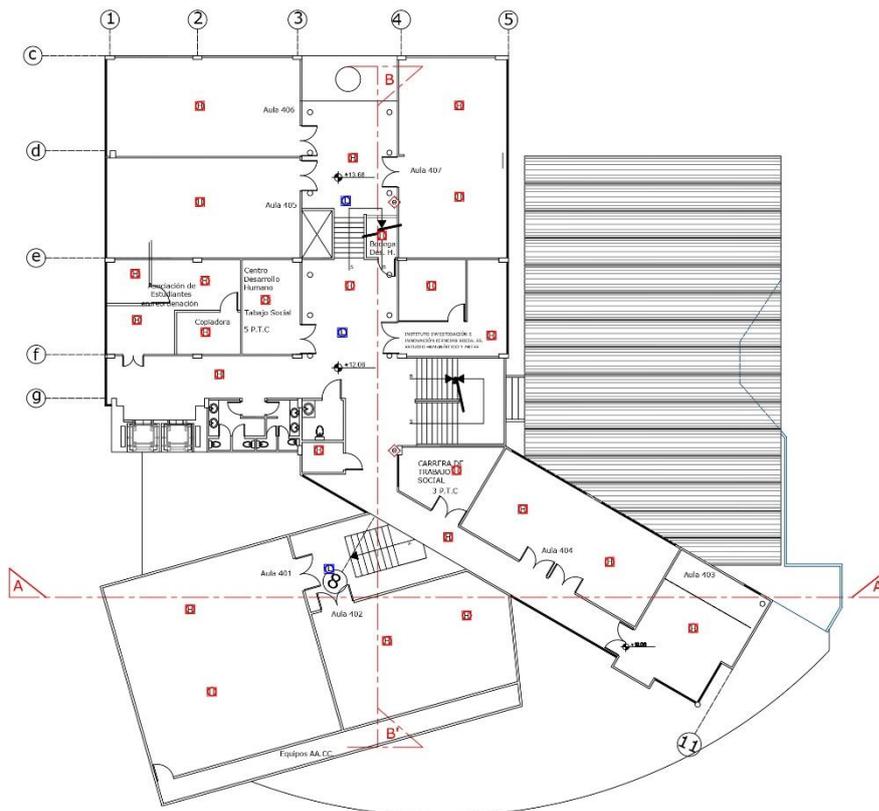
Elaborado por: El Autor

Figura A12: Plano del tercer piso de la Facultad de Jurisprudencia



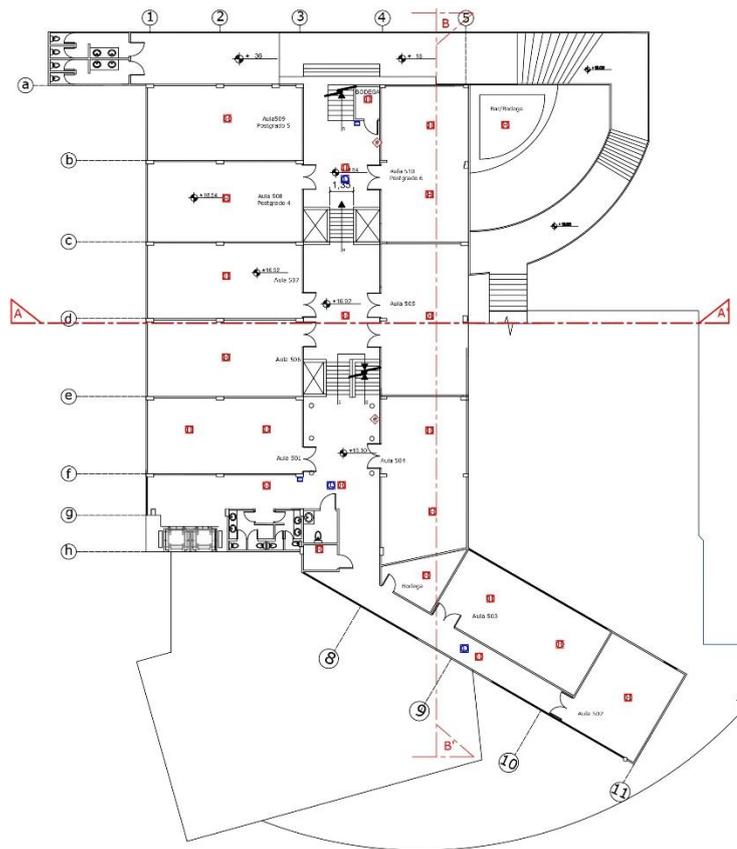
Elaborado por: El Autor

Figura A13: Plano del cuarto piso de la Facultad de Jurisprudencia



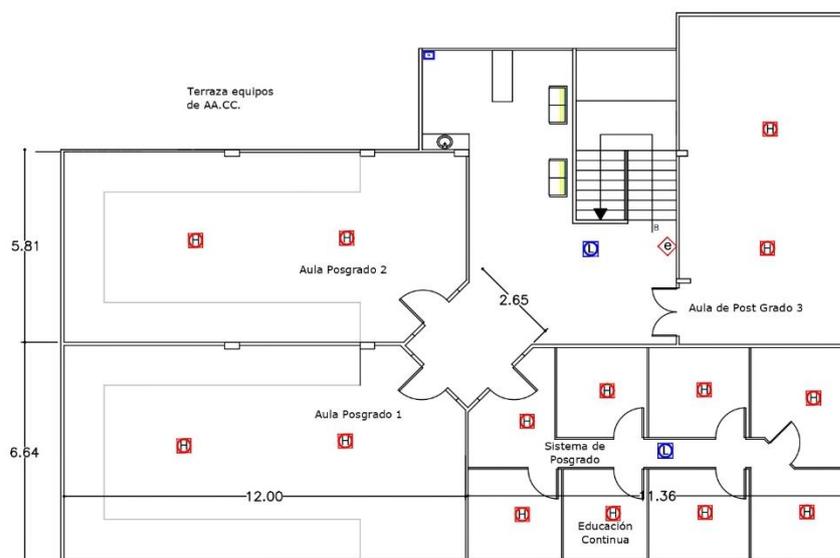
Elaborado por: El Autor

Figura A14: Plano del quinto piso de la Facultad de Jurisprudencia



Elaborado por: El Autor

Figura A15: Plano del sexto piso de la Facultad de Jurisprudencia



Elaborado por: El Autor



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



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

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Garcés Gómez, André Jofiel** con C.C: **0923657571** autor del Trabajo de Integración Curricular: **Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 19 de febrero del 2024

Garcés Gómez, André Jofiel

C.C: 0923657571

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis y diseño de un sistema de puesta a tierra para la Facultad de Jurisprudencia de la UCSG.	
AUTOR(ES)	Garcés Gómez, André Jofiel	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael. M.Sc.	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.	
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad	
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19/02/2024	No. DE PÁGINAS: 78
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema de protección eléctrica	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Puesta a tierra, seguridad eléctrica, infraestructura eléctrica, normativas, protección de equipos.	
RESUMEN:	<p>En el presente trabajo de integración curricular se aborda la importancia de un sistema de puesta a tierra eficaz y confiable en la facultad de Jurisprudencia de la UCSG, resaltando su importancia para preservar la vida, los equipos y las construcciones en el ámbito educacional. Se resaltan las particularidades distintas de la infraestructura, las necesidades de energía, la distribución de la energía y las normas de protección de la electricidad que son específicas de la región. La explicación se fundamenta en la importancia fundamental de idear un programa específico y apremiante para resguardar la seguridad y acatar requisitos y normas. Los objetivos de la investigación son el diagnóstico de los recursos actuales, el estudio de las necesidades particulares, el diseño y la comprobación de la sistema propuesta. La manera de hacer comprende la investigación bibliográfica, el estudio de la normatividad, el diagnóstico de las infraestructuras y la verificación de necesidades y riesgos específicos. La hipótesis insinúa que el concepto propuesto disminuirá significativamente las posibilidades de descargas eléctricas y brindará una protección eficaz al comunidad de la facultad. La metodología de investigación se llevará a cabo un minucioso diagnóstico de la infraestructura eléctrica existente en la facultad, identificando áreas de vulnerabilidad y puntos que necesitan mejoras en el sistema de puesta a tierra.</p>	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-960150994	E-mail: agarces369@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.	
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593- 995147293	
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		