

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Análisis técnico del sistema eléctrico del I.S.T.P.  
Andrés A. Cáceres Dorregaray - San Agustín de  
Cajas**

Roberto Carlos Nestares Rojas

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# ANÁLISIS TÉCNICO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://sites.google.com">sites.google.com</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.educaedu.com.pe">www.educaedu.com.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.untels.edu.pe">repositorio.untels.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%

10	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="https://mriuc.bc.uc.edu.ve">mriuc.bc.uc.edu.ve</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="https://dokumen.tips">dokumen.tips</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="https://repositoriodemo.continental.edu.pe">repositoriodemo.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
16	<a href="https://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://sustainableearth.com">sustainableearth.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="https://www.buenastareas.com">www.buenastareas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="https://repositorio.uni.edu.pe">repositorio.uni.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

22	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://bibliometria.ucm.es">bibliometria.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://www.controlrecursosyenergia.gob.ec">www.controlrecursosyenergia.gob.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://med.se-todo.com">med.se-todo.com</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.une.edu.pe">repositorio.une.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://www.nj.gov">www.nj.gov</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://nellyparedes2011.blogspot.com">nellyparedes2011.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://blog-de-osky.webnode.page">blog-de-osky.webnode.page</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

34	<a href="http://revistas.unilibre.edu.co">revistas.unilibre.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://pamela-info463.blogspot.com">pamela-info463.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://repositorio.ftpcl.edu.pe">repositorio.ftpcl.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://doczz.es">doczz.es</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://doczz.net">doczz.net</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://livrosdeamor.com.br">livrosdeamor.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://repositorio.uaustral.edu.pe">repositorio.uaustral.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

46	<a href="http://repositorio.upse.edu.ec">repositorio.upse.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.lib.ncsu.edu">www.lib.ncsu.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://libreriasanborja1.blogspot.com">libreriasanborja1.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://repositorio.ute.edu.ec">repositorio.ute.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://bvs.sld.cu">bvs.sld.cu</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://docplayer.com.br">docplayer.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://ufr-staps.univ-lyon1.fr">ufr-staps.univ-lyon1.fr</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe">cybertesis.uni.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://ridum.umanizales.edu.co">ridum.umanizales.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://savelveronica.blogspot.com">savelveronica.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %

58	<a href="http://vdocumento.com">vdocumento.com</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://d2oilkmr0fadqd.cloudfront.net">d2oilkmr0fadqd.cloudfront.net</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://hatunxauxa.jauja.info">hatunxauxa.jauja.info</a> Fuente de Internet	<1 %
63	<a href="http://informatica.upla.edu.pe">informatica.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://intranet.cip.org.pe">intranet.cip.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://repositorio.utp.edu.co">repositorio.utp.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
66	<a href="http://vdocuments.net">vdocuments.net</a> Fuente de Internet	<1 %
67	<a href="http://estadisticas.comunidadandina.org">estadisticas.comunidadandina.org</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
69	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %



70 tierra.rediris.es <1 %  
Fuente de Internet

---

71 transformadoressiosac.com <1 %  
Fuente de Internet

---

72 www.clubensayos.com <1 %  
Fuente de Internet

---

73 www.matematicas.us.es <1 %  
Fuente de Internet

---

74 qdoc.tips <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

**ASESOR**

**Dr. CÉSAR QUISPE LÓPEZ**

## **DEDICATORIA**

*A mi padre, Felices Marcelino*

*A mi madre, Modesta*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres, por su apoyo incondicional*

*A la Universidad Continental, por la  
formación académica que hizo conmigo*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Asesor .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenidos.....	v
Lista de tablas.....	vii
Lista de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Introducción .....	xi
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	12
1.1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.1.2. Formulación del problema .....	13
1.1.2.1. Problema general .....	13
1.1.2.2. Problemas específicos .....	13
1.2. Objetivos .....	13
1.2.1. Objetivo general .....	13
1.2.2. Objetivos específicos .....	13
1.3. Justificación e importancia.....	14
1.3.1. Justificación técnica .....	14
1.3.2. Justificación social .....	14
1.3.3. Justificación económica .....	14
1.3.4. Importancia .....	14
1.4. Hipótesis y descripción de variables .....	15
1.4.1. Hipótesis .....	15
1.4.2. Descripción de variables .....	15
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes del problema .....	17
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	17
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	18
2.2. Bases teóricas .....	18
2.2.1. Sistema eléctrico .....	18
2.2.2. Análisis técnico del sistema eléctrico .....	19

2.2.3. Transformador eléctrico.....	19
2.2.4 El conductor de fuerza tipo NYY subterráneo.....	19
2.2.5. Conductores de alimentación para equipo de alumbrado público.....	20
2.2.6. Inspección de instalaciones subterráneas.....	20
2.2.7. Inspección de circuitos en tableros de distribución.....	21
2.2.8. Inspección del sistema de iluminación.....	21
2.2.9. Inspección del sistema de puesta a tierra.....	22
2.2.10. Tableros eléctricos.....	22
2.3. Definición de términos básicos.....	23
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>26</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
3.1. Métodos y alcance de la investigación.....	26
3.1.1. Método.....	26
3.1.2. Tipo y nivel de investigación.....	26
3.1.3. Alcance de la investigación.....	26
3.2. Diseño de la investigación.....	27
3.3. Población y muestra.....	27
3.3.1. Población.....	27
3.3.2. Muestra.....	27
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>28</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	28
4.2. Puestas a tierra sin mantenimiento.....	33
4.3. Medición del nivel de aislamiento en conductores.....	34
4.4. Cálculos eléctricos.....	49
4.5. Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor.....	49
4.6. Máxima caída de tensión permisible.....	49
4.7. Resumen.....	50
4.8. Resultados.....	50
4.9. Discusión.....	50
<b>Conclusiones.....</b>	<b>52</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>53</b>
<b>Lista de referencias.....</b>	<b>54</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	16
Tabla 2. Características técnicas del conductor NYY .....	20
Tabla 3. Medición nivel de aislamiento en el taller de Computación e Informática.....	29
Tabla 4. Medición nivel de aislamiento del Taller de Mecánica Automotriz .....	30
Tabla 5. Medición nivel de aislamiento del pabellón administrativo .....	31
Tabla 6. Medición nivel de aislamiento del pabellón de Secretariado.....	31
Tabla 7. Medición del nivel de aislamiento del pabellón de Análisis Químico.....	32
Tabla 8. Medición del nivel de aislamiento del Taller de Metalurgia .....	33
Tabla 9. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda .....	36
Tabla 10. Alimentadores y subalimentadores del pabellón de Computación .....	37
Tabla 11. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda en el pabellón de Computación .....	37
Tabla 12. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Electrónica .....	38
Tabla 13. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda – pabellón de Electrónica .....	39
Tabla 14. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Metalurgia.....	40
Tabla 15. Alimentadores y subalimentadores del pabellón de Metalurgia .....	41
Tabla 16. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Metalurgia.....	41
Tabla 17. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda - módulo de Talleres .	42
Tabla 18. Descripción del alimentador y subalimentador.....	44
Tabla 19. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – módulo de talleres..	45
Tabla 20. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – total .....	47
Tabla 21. Alimentadores y subalimentadores – total .....	48
Tabla 22. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda - total.....	48

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modo a puesta a tierra .....	29
Figura 2. Tendencia de medición del Taller de Mecánica Automotriz.....	30
Figura 3. Tendencia de medición del pabellón administrativo .....	31
Figura 4. Tendencia de medición del pabellón de Secretariado.....	32
Figura 5. Tendencia de medición del pabellón de Análisis Químico .....	33
Figura 6. Tendencia de medición del Taller de Metalurgia .....	34
Figura 7. Medición de aislamiento de conductor del pabellón de Mecánica Automotriz.....	35
Figura 8. Medición de aislamiento de conductor del pabellón de Secretariado Ejecutivo .....	35
Figura 9. Plano eléctrico de Electrónica .....	56
Figura 10. Plano eléctrico de Secretariado.....	56
Figura 11. Plano eléctrico de Mecánica .....	57
Figura 12. Diagrama unifilar.....	57



## RESUMEN

La presente investigación responde al problema ¿Cómo sería, el análisis técnico del sistema eléctrico del instituto superior tecnológico público Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas?, como objetivo pretende realizar el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP (instituto superior tecnológico público) Andrés A. Cáceres Dorregaray 2019, en la muestra realizada y como hipótesis se asume que es positivo el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas. El diseño es no experimental en la muestra de aulas, talleres, laboratorios, pasadizos, etc. De los que se obtuvieron datos a base de observación, medición, diagnósticos y evaluación.

Concluyendo que el análisis técnico del sistema eléctrico va a contribuir de manera factible a la institución, ya que contará con un plano eléctrico actualizado, también ya no tendrán más falencias en el suministro eléctrico por instalaciones mal dimensionadas, teniendo en consideración el Código Nacional de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

Pongo en conocimiento que queda en manos de los encargados de la institución para la toma de decisiones en la mejora de sus instalaciones o remodelación del sistema eléctrico.

## **ABSTRACT**

This research responds to the problem How would it be, the technical analysis of the electrical system of the public higher technological institute Andrés A. Caceres Dorregaray of San Agustin de Cajas?, as an objective it intends to carry out the technical analysis of the electrical system of the ISTP Andrés A. Caceres Dorregaray 2019, in the sample carried out and as a hypothesis it is assumed that the technical analysis of the electrical system of the ISTP Andrés A. Caceres Dorregaray of San Agustin de Cajas is positive. The design is non-experimental in the sample of classrooms, workshops, laboratories, passageways. From which data were obtained based on observation, measurement, diagnosis, and evaluation.

Concluding that the technical analysis of the electrical system will contribute in a feasible way to the institution, since it will have an updated electrical plan, they will also no longer have shortcomings in the electricity supply due to poorly sized facilities, by consideration of the National Electricity Code of the Ministry of Energy and Mines.

I inform that it is in the hands of those in charge of the institution for decision-making in the improvement of its facilities or remodeling of the electrical system.

## INTRODUCCIÓN

La investigación realizada «Análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas», enfoca el problema de la institución sobre el sistema eléctrico, encontrando deficiencias en los diferentes ambientes que lo conforman como aulas, pasadizos, laboratorios, talleres, centros de cómputo, etc. Teniendo como limitante la falta del plano eléctrico y las cargas que se encuentran en el instituto.

El objetivo general de la investigación es el realizar el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray. El presente trabajo se justifica no simplemente por el conocimiento de las partes que conforman el sistema eléctrico sino también de un análisis profundo sobre sus componentes, características y situación en la que se encontró, determinando elementos que operan de forma coordinada. La recolección de datos se realizó en Excel, de las observaciones, medidas, diagnósticos y evaluación realizados en el campus del instituto, lo que ha permitido obtener información básica para su análisis.

Capítulo I, trata del planteamiento del problema a investigar, donde se detalla la problemática del ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, sobre el sistema eléctrico; la falta de información sobre la distribución de cargas, selección óptima de protecciones y dimensionamiento de conductores conlleva a realizar el análisis técnico, apoyados en las normas y reglas descritas en el código nacional de electricidad.

Capítulo II, se trata del marco teórico, donde se abarca los antecedentes nacionales e internacionales, así mismo, las bases teóricas de la investigación que comprende temas relacionados a las variables: análisis técnico y sistema eléctrico, apoyados de investigaciones realizadas y definiciones que apoyan esta investigación.

Capítulo III, se describe la metodología de la investigación; método, tipo y nivel de investigación, diseño de la investigación, la población y muestra.

Capítulo IV, se realiza la discusión y resultados del análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray, confronta los resultados con relación a las teorías, objetivos, hipótesis y los resultados de otras investigaciones, indicando las implicancias teóricas y prácticas de los hallazgos.

Finalmente, se presenta las conclusiones que corresponden a afirmaciones que se desprenden del proceso del análisis técnico. Se precisa el impacto práctico. También se encuentran las recomendaciones, lista de referencias y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El ISTP (instituto de educación superior tecnológico) «Andrés Avelino Cáceres Dorregaray», es una institución de reconocido prestigio, fundada en 1977. Formando profesionales en las carreras de Computación e Informática, Secretariado Ejecutivo, Electrónica, Electricidad, Mecánica de Producción, Mecánica Automotriz, Metalurgia y Tecnología de Análisis Químico, así como, en sus diversos programas de Extensión Profesional y Capacitación Empresarial.

Los 42 años de vida institucional le otorgan una sólida y permanente experiencia en la formación de profesionales, siendo una institución fuertemente vinculada con su entorno, manteniendo una relación muy fluida con las empresas, contribuyendo al desarrollo regional a través de los servicios especializados que brindan sus egresados.

Teniendo la visión de ser una institución de educación superior tecnológica pública, acreditada que forme profesionales competentes, generadores de empresas, adaptándose a los cambios científicos y tecnológicos, preservando el medio ambiente y fomentando la investigación tecnológica como alternativa de desarrollo.

Y con su misión institucional que es de una educación superior tecnológica pública, innovadora con amplia experiencia en la formación de profesionales técnicos competentes, proactivos y con capacidades empresariales para insertarse al mercado laboral, que practican valores éticos, contribuyendo así al desarrollo integral y sostenible del país.

### **1.1.2. Formulación del problema**

El análisis de la investigación contempla la problemática existente en el ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, empezando con la realización de un análisis técnico para conocer su estado, características y cualidades de manera separada de las partes que la constituyen, considerando la observación, medición, diagnóstico y evaluación, como el estudio de cargas, determinar la sección del conductor, etc.

El sistema eléctrico del instituto está dado desde la subestación, circuitos de distribución, tableros eléctricos y las cargas que son los que consumen energía eléctrica, por ejemplo máquinas eléctricas, motores, iluminación, etc. que operan por el conjunto de elementos que operan de forma coordinada como la corriente eléctrica, tensión y frecuencia; ya que estos parámetros son los que se encuentran en el funcionamiento de los diferentes equipos eléctricos.

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cómo sería el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo se obtiene el análisis técnico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas?
- ¿Cómo se define el sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Efectuar el análisis técnico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas.
- Determinar el sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas.

### **1.3. Justificación e importancia**

#### **1.3.1. Justificación técnica**

La edificación del ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray presenta varios ambientes en donde se realizarán diferentes actividades que requiere la instalación de diversas cargas eléctricas, por lo que la primera ventaja en la realización del análisis técnico para obtener un diseño adecuado, seguro, de bajo mantenimiento y confiable a través del cual pueda distribuirse la energía eléctrica necesaria en cada uno de los espacios para así apoyar el proceso educativo del estudiantado y tener un sistema eléctrico fiable.

#### **1.3.2. Justificación social**

La institución educativa ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, como institución educativa del tipo industrial se encuentra en la necesidad de incrementar sus capacidades de producción en las inducciones de aprendizaje en las aulas y talleres, se ve obligada a realizar un análisis técnico a su sistema eléctrico para asegurar que esté diseñado con la reserva suficiente para poder alimentar cargas adicionales a las existentes y de ser posible evitar gastos a la institución educativa por la adquisición de nuevos equipos de transformación. De donde resulta que si la reserva considerada inicialmente será necesario ampliar su sistema eléctrico para proveer eficazmente la alimentación que será requerida para los nuevos equipos y maquinarias que se instalarán en los laboratorios de cómputo y talleres industriales, por lo que la estrategia es permitir su evaluación del existente sistema eléctrico para un nuevo rediseño, considerando su potencia total de cargas a alimentar.

#### **1.3.3. Justificación económica**

El resultado del análisis técnico del sistema eléctrico en la investigación permitirá identificar la eficiencia en el costo de la facturación obtenida por el consumo de energía eléctrica en el ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

#### **1.3.4. Importancia**

La importancia de la presente investigación es contribuir el conocimiento a las personas vinculadas en el área de la electricidad industrial, aportando la experiencia en el campo del sistema eléctrico basado en la generación, transmisión y distribución con la aplicación del Código Nacional de Electricidad, Normas Técnicas Peruanas y si es necesario apoyarse de reglamentos internacionales. Además, que esta investigación sirva como modelo de aplicación para otras instituciones educativas lo que servirá para

eficientes reducciones económicas en los costos de la facturación por consumo de energía eléctrica.

#### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

##### **1.4.1. Hipótesis**

###### **A. Hipótesis general**

El análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas es aceptable.

###### **B. Hipótesis específica**

- El análisis técnico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas es realizable.
- El sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas es aceptable.

##### **1.4.2. Descripción de variables**

###### **A. Variable dependiente**

- Análisis técnico

###### **B. Variable Independiente**

- Sistema eléctrico.

**Tabla 1. Operacionalización de variables**

<b>Variabes</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Análisis técnico del ISTP «Andrés Avelino Cáceres Dorregaray»	El análisis técnico es determinar características técnicas que ayuden a diferenciar, definir y comprobar parámetros de energía eléctrica.	El análisis técnico es conocer su estado, características o cualidades de manera separada de las partes que la constituyen; considerando las observaciones, mediciones, diagnóstico y evaluación; de pozos a tierra, maquinas eléctricas, iluminación, etc.	Pozos a tierra	Conductividad
			Máquinas eléctricas	Aislamiento
			Iluminación	Cantidad de luz
Sistema eléctrico del ISTP «Andrés Avelino Cáceres Dorregaray»	El sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.	El sistema eléctrico es el conjunto de elementos que operan de forma coordinada.	Tensión eléctrica	Voltios (V)
			Corriente eléctrica	Amperios (A)
			Frecuencia eléctrica	Hertzios (Hz)



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Marín y Teodoro (1) en su investigación «Estudio de la redistribución de las cargas eléctricas del campus de la Universidad Nacional del Santa de la ciudad Nuevo Chimbote», concluyen que:

1. Se determinó que no es necesario una redistribución de cargas eléctricas entre las SE N.º 1 opera al 22.10 % su potencia de diseño y SE N.º 2 opera al 62.33 % su potencia de diseño por tener capacidad para cargas futuras (1).
2. Se concluye que se tiene una potencia instalada en la subestación 1 de 573.4 kW, una demanda máxima de 360.9 kW y demanda máxima real de 115.033 kW. Además, se tiene que la máxima demanda es un 31.87 % de la máxima demanda real (1).
3. Se concluye que la potencia instalada de la subestación 2 de 543.8 kW, una demanda máxima de 471.2 kW y demanda máxima real 220.086 kW. Además, se tiene que la máxima demanda es un 47.50 % de la máxima demanda real (1).
4. Se concluye que la potencia instalada de la subestación 2 en redistribución de las cargas que incluyen las cargas futuras y los circuitos de los laboratorios de Biología y Agroindustria es de 817.1 kW, una demanda máxima de 599.2 kW y una demanda

máxima real 301.94 kW. Además, se tiene que la máxima demanda es un 49.89 % de la máxima demanda real (1).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Holguín y Gómez (2) realizaron la investigación «Análisis de la calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil» en cuya investigación se concluye que:

De acuerdo con los niveles de tensión encontrados en el tablero general de acometidas, el desbalance de tensión es aceptable, también en el tablero general de acometidas eléctricas, el dimensionamiento de conductores y dispositivos de protección es acorde a la carga demandada y capacidad de interruptores se encuentran bien dimensionados (2).

Asimismo, Encinas (3) en «Estudio técnico de instalaciones eléctricas en un edificio de oficinas desarrollado en la ciudad de Leganés del país de España» concluye que:

En este proyecto se han llevado a cabo los cálculos, diseño y presupuesto de un edificio de oficinas. Esto ha servido de aplicación práctica a lo estudiado en el transcurso de la carrera en materias principalmente de electricidad, dimensionamiento de conductores, caídas de tensión y cumpliendo con todos los objetivos planteados en la investigación.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema eléctrico**

Conjunto de instalaciones, máquinas y conductores que comprende desde la generación, transmisión y distribución, llegando hasta el usuario final. El sistema eléctrico está dotado de conjunto de mecanismos de control, seguridad y protección.

La generación de energía eléctrica es la encargada de convertir la energía de una forma primaria a energía eléctrica, como la energía hidráulica, térmica, nuclear, solar y eólica.

La transmisión de la energía eléctrica se realiza en grandes bloques de energía desde los centros de producción hasta los centros de consumo, para ello se utilizan conductores, que es el medio físico por el cual fluye la energía eléctrica. La transmisión

de energía eléctrica debe realizarse a niveles de alta tensión, de no hacerse esto el calentamiento terminará fundiendo los conductores, por eso se utilizan los transformadores eléctricos para elevar el nivel de tensión.

La distribución de energía eléctrica es la responsable de distribuir la energía eléctrica a los consumidores finales, es decir son los encargados de llevar la energía eléctrica a las industrias, los hogares, etc. En este proceso también se utilizan las líneas eléctricas y transformadores, en niveles seguros.

### **2.2.2. Análisis técnico del sistema eléctrico**

El análisis técnico del sistema eléctrico se realizó en base a las normas peruanas como el Código Nacional de Electricidad que sirvió como guía para realizar las inspecciones, mediciones, diagnósticos y observaciones de las instalaciones existentes. Luego se diseñaron los planos eléctricos de la institución en general de los cuales carecía, esto ayudó a identificar cómo estaba distribuida la potencia instalada en el instituto, donde se analizó parámetros de corriente, tensión, de los conductores eléctricos y de su transformador.

### **2.2.3. Transformador eléctrico**

Transformador eléctrico es una máquina estática que se compone de núcleo, bobinas (devanado primario y secundario), se clasifica en monofásico, trifásico; pueden ser elevadores o reductores. Los transformadores tienen la particularidad de aumentar o reducir sea voltaje o corriente, pero manteniendo su frecuencia.

Los transformadores eléctricos cuentan con diversos tipos de conexión como estrella – estrella, estrella – delta, delta – delta, etc.

### **2.2.4 El conductor de fuerza tipo NYY subterráneo**

De cobre electrolítico temple suave, tensión nominal de servicio 0.6/1.0 kV, fácilmente identificables por colores de identificación sobre su aislamiento. Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre recocido, sólido o cableado: concéntrico, comprimido, compactado o sectorial. Aislamiento de PVC y cubierta exterior de PVC color negro. Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra en instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, engrapadas, etc.) a la intemperie. En ductos subterráneos o directamente enterrados. Pueden ser instalados en lugares secos y húmedos.

**Tabla 2. Características técnicas del conductor NYY**

<b>Normas de fabricante</b>	<b>Tensión de servicio</b>	<b>Temperatura de operación</b>
ITINTEC 370.050	1 kV	80 °C

**Características:**

Magníficas propiedades eléctricas y mecánicas. Resistencia a ácidos y grasas, aceite y a la abrasión. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. No propaga la llama.

**2.2.5. Conductores de alimentación para equipo de alumbrado público**

De cobre electrolítico, temple blando, sólido, aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), similar tipo TM (indoprene), 2 x 2.5 mm<sup>2</sup> de sección.

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

- NTP 370.048: conductores aislados con cloruro de polivinilo (PVC) para instalaciones de hasta 600 V.
- NTP 370.042: conductores de cobre recocido para uso eléctrico.

**2.2.6. Inspección de instalaciones subterráneas**

**A. Conductores**

Tramos desde los tableros de alumbrado hacia las diferentes lámparas instaladas dentro del instituto (áreas verdes, parques y veredas).

**B. Alimentadores**

Comprende los alimentadores desde el tablero general hacia los tableros de distribución ubicados en los diferentes pabellones y talleres del instituto.

Los conductores instalados son del tipo THW– T90. La sección del conductor 90 mm<sup>2</sup> que comprende el tablero general ubicado al frente de los talleres de electricidad y electrónica a los tableros de distribución, cada una con su respectivo circuito de alimentación a los talleres, pabellones de clase, área administrativa, auditorio, etc.

### **C. Alumbrado**

Los conductores están protegidos por tubo PVC de 3/4" de diámetro. Cabe mencionar que los conductores instalados son del tipo TW de sección 14 AWG y 12 AWG.

#### **2.2.7. Inspección de circuitos en tableros de distribución**

Se realizó la inspección de los circuitos de los tableros de distribución y se observó que hay circuitos mal diseñados, al estar sobredimensionados.

#### **A. Circuitos**

Además, se verificó que las cargas en los circuitos existentes en los tableros de distribución no se encuentran correctamente distribuidos (requiere balance de cargas), por lo que se recomienda balancear las cargas para obtener un mejor aprovechamiento del sistema eléctrico.

#### **2.2.8. Inspección del sistema de iluminación**

Tomando como base el taller de electrotecnia ubicado al costado del taller de electrónica se pudo comprobar que este presentó un nivel de iluminación bastante bajo, la cual especifica los niveles de iluminación requeridos para ambientes interiores. Esto hace suponer que los demás ambientes de este tipo tienen el mismo problema, ya que son de las mismas dimensiones y cuentan con las mismas luminarias.

Por lo que se debería realizar el cambio de luminarias existentes por otras de mayor potencia y mejor calidad, ya que los niveles de iluminación presentados en la simulación se encuentran por los 184 lux; valor muy por debajo para este tipo de ambientes, que según Norma DGE es 500 lux.

De igual manera, la iluminación exterior analizada (losa deportiva) presentan valores bastante bajos; donde los valores no son los recomendables.

Se debe realizar el mantenimiento (limpieza) de las diferentes lámparas, así como también, el mantenimiento de sus respectivos circuitos al encontrarse expuestos constantemente a la humedad, esto ha sido causa de su rápido deterioro.

Por otra parte, se sugiere mejorar el sistema de iluminación del alumbrado del instituto, tomando como base los cálculos realizados.

### **2.2.9. Inspección del sistema de puesta a tierra**

Dentro la inspección de puestas a tierra se realizó las mediciones de resistencia de cada puesta tierra existente.

El método utilizado para realizar las mediciones a las PAT, están basadas en el método del 61.8 % - método de la caída de potencial; para el caso de las mediciones se asumió que la variación de distancias está dada al 62 %.

Las longitudes de los conductores son:

- El conductor de corriente (rojo): 15.20 m
- El conductor de tensión (amarillo): 10.20 m
- El 62 % del conductor de corriente: 9.40 m

Las mediciones se realizaron a las siguientes longitudes:

- Al 62 % de la longitud del conductor de corriente (9.40 m)
- Más de un metro de la longitud del conductor de corriente (10.40 m)
- Menos de un metro de la longitud del conductor de corriente (8.40 m)

### **2.2.10. Tableros eléctricos**

#### **A. Tableros generales**

Se realizó la inspección de los tableros generales, están ubicados frente a los talleres de electricidad y electrónica el cual cuenta con su respectivo mantenimiento y pintado. Que viene desde la subestación aérea, sistema trifásico con una potencia de 100 kVA.

#### **B. Subtableros de distribución**

Los tableros de distribución en los diferentes pabellones se encuentran en buenas condiciones, a excepción de los subtableros de los talleres que se encuentran en malas condiciones para el cual requieren su pronto reemplazo, a la vez también faltan las señalizaciones correspondientes a los circuitos y señalizaciones de seguridad, para evitar incidentes que puedan dañar a la persona (docentes, alumnos, etcétera).

#### **C. Sala de electrobombas**

Los tableros de control en la sala de electrobombas se encuentran en buenas condiciones, a excepción de la señalización de los circuitos y señalización de seguridad.

## D. Tableros de iluminación

El encendido y apagado de las lámparas dentro del instituto se realiza manualmente, al no contar con un sistema automatizado, por lo que los interruptores termomagnéticos son afectados en su vida útil, ya que estos son manipulados de forma incorrecta por el personal no capacitado. Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger el sistema mas no como interruptor de encendido y apagado.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Acometida:** derivación de la línea principal de suministro eléctrico al medidor eléctrico.
- **AA. HH.:** asentamiento humano
- **Ahorro de energía:** es reducir el consumo consiguiendo los mismos resultados que gastando más.
- **Aislamiento eléctrico:** es cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad.
- **Amperímetro:** es un instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente eléctrica que está circulando por un circuito eléctrico.
- **Baja tensión eléctrica:** se considera a aquellos niveles de tensión menor a 1000 V.
- **Conductor 3 x 16 + 16/25:** tres conductores x 16 mm<sup>2</sup> de sección más uno de 16 mm<sup>2</sup> de sección con guarda de 25 mm<sup>2</sup> de sección.
- **Caída de tensión:** es la diferencia de potencial de un conductor que existe entre los extremos de este.
- **CNE:** el Código Nacional de Electricidad contiene normativas que tienen como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas.
- **Corriente de sobrecarga:** se entiende a aquellas que en un circuito eléctrico originan daños como consecuencia de una sobrecorriente.

- **Corriente eléctrica:** intensidad eléctrica es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.
- **Dieléctrico:** es el material mal conductor de electricidad, por lo que puede ser utilizado como aislante eléctrico.
- **Eficiencia energética:** práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto reducir el consumo de energía.
- **Empalme o amarre eléctrico:** es la unión de dos o más cables de una instalación eléctrica o dentro de un aparato o equipo eléctrico.
- **EPP:** equipo de protección personal. Es un equipo que se utiliza para proteger de los riesgos eléctricos que puedan amenazar la salud.
- **Estabilidad eléctrica:** el concepto de estabilidad es aplicable a sistemas eléctricos de corriente alterna.
- **FS:** factor de servicio, usados para el cálculo de la demanda máxima de potencia (para lotes de uso doméstico se usa 0.5 y para lotes con carga especial se usa 0.9).
- **Interruptor termomagnético:** interruptor magneto o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando sobrepasa ciertos valores máximos.
- **Indoprene:** cable eléctrico de doble aislamiento.
- **Mantenimiento correctivo:** es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones.
- **Mantenimiento preventivo:** destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.
- **Megóhmetro:** instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión.
- **NTP:** Norma Técnica Peruana



- **Potencia eléctrica:** es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo.
- **Puesta a tierra:** también denominado pozo a tierra se emplea para llevar a tierra cualquier derivación indebida de la corriente.
- **Retenidas:** las retenidas sirven para fijar al poste con los herrajes.
- **Riesgo eléctrico:** riesgo originado por la corriente eléctrica. Dentro de este grupo incluye choque eléctrico, quemaduras, incendios, caídas, etc.
- **SED:** subestación eléctrica de distribución
- **Subestación eléctrica:** es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.
- **Tablero de distribución:** son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, etc.
- **Telurómetro:** es un instrumento que sirve para medir la resistividad de los pozos a tierra.
- **Transformador:** dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.
- **Usuarios:** son todos aquellos que compran energía eléctrica a la concesionaria.
- **Voltaje:** tensión o diferencia de potencial, es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Métodos y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método**

El método general que se abordó en el estudio es el método científico, este se basa en una evaluación sistemática por medio de medidas y análisis cuidadosos (4).

Asimismo, se utilizó el método analítico, es aquel que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

#### **3.1.2. Tipo y nivel de investigación**

Es del tipo de investigación aplicada porque se busca conocer, determinar a través del conocimiento científico e ingenieril la aplicación inmediata para solucionar un problema que en este caso es la eficiencia de la carga eléctrica.

Es del nivel descriptivo porque su finalidad es describir o estimar parámetros cuantificables en circunstancias temporales y estimar parámetros con la intervención de confianza.

#### **3.1.3. Alcance de la investigación**

Considerando la factibilidad del mejoramiento de la eficiencia, seleccionando las óptimas protecciones, cableados de los circuitos eléctricos con las normas establecidas en el código nacional de electricidad para una eficiente distribución de cargas eléctricas en el ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, en este proyecto se elaboró la memoria descriptiva para fines del proyecto de inversión, obteniendo todas

las especificaciones técnicas de los materiales, cuadro de proveedores y la obtención de todas las especificaciones técnicas de montajes para la ejecución del proyecto y con la propuesta técnica para su evaluación.

### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación es no experimental, son estudios que se realizan sin la manipulación intencionada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

Según la planificación de la toma de datos trabajados, estos son planificados para su registro y, por lo tanto, son prospectivos y como el número de ocasiones en la que se midieron en varias ocasiones las variables de estudio serán longitudinales.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

En el ISTP Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

#### **3.3.2. Muestra**

Aulas, talleres, laboratorios, pasadizos y oficinas administrativas

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Análisis e interpretación de resultados**

Las mediciones se realizaron en los diferentes pabellones y talleres del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas.

##### **Medición de pozo a tierra**

Las mediciones se realizaron con el telurómetro marca SEW, digital, el cual cuenta con certificado de calibración. Además, el mantenimiento realizado a las puestas a tierra se realizó en setiembre del 2019.

Las puestas a tierra son del tipo vertical y tipo malla (dos a tres varillas instaladas en paralelo).

Son mediciones realizadas respetando las normas del Código Nacional de Electricidad, donde especifica que en sistemas de pozo a tierra con un solo electrodo no debe sobrepasar los 25 ohm.

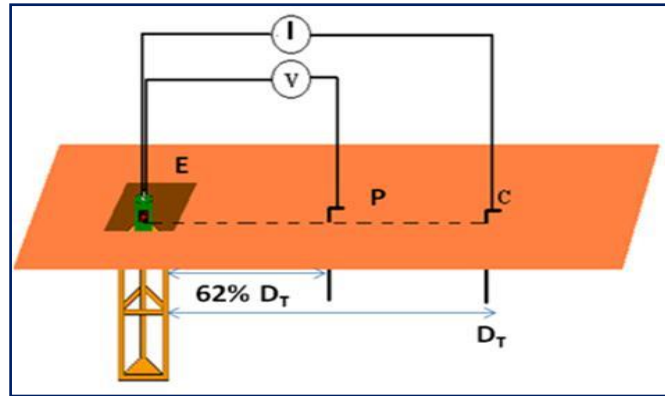


Figura 1. Modo a puesta a tierra

### A. Pabellón de Computación e Informática

Está ubicado al costado de la biblioteca, donde se cuentan con dos puestas a tierra:

- Puesta a tierra tipo vertical, conectada al tablero de distribución de la primera planta. Su valor de resistencia equivalente de puesta a tierra es de  $7,16 \Omega$ .
- En la tabla siguiente muestra las mediciones realizadas en la puesta tierra, con los valores de impedancia obtenidos:

**Tabla 3. Medición nivel de aislamiento en el taller de Computación e Informática**  
Escala  $20 \Omega$

	Medición 1 ( $\omega$ )			Medición 2 ( $\omega$ )			Medición 3 ( $\omega$ )		
	-1 m	62 %	+1 m	-1 m	62 %	+1 m	-1 m	62 %	+1 m
<b>PAT</b>	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
<b>1</b>	7,26	7,57	8,08	7,01	7,29	7,56	6,34	6,63	6,64
<b>2</b>	5,33	5,86	5,54	6,67	7,24	7,6	6,26	6,52	6,52

### B. Taller de Mecánica Automotriz

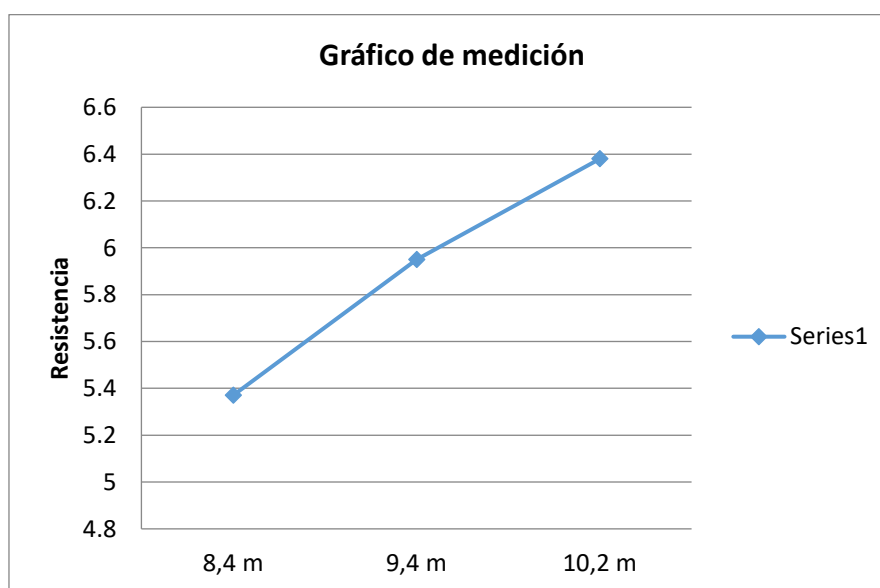
Está ubicado a costado del taller de Mecánica de Producción donde se cuenta con una puesta a tierra tipo vertical, esta puesta a tierra se encuentra en un estado donde se necesita mantenimiento.

Puesta a tierra tipo vertical, conectado al tablero de distribución del taller en mención, Su valor de resistencia equivalente es de  $5.87 \Omega$ .

Los resultados de las mediciones realizadas se muestran en la tabla 3, realizados en tres direcciones distintas y sobre terreno asfáltico y tierra de cultivo.

**Tabla 4. Medición nivel de aislamiento del Taller de Mecánica Automotriz**

Escala 20 $\Omega$									
PAT	Medición 1 ( $\Omega$ )			Medición 2 ( $\Omega$ )			Medición 3 ( $\Omega$ )		
		1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %
	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
<b>1</b>	5,37	5,95	6,38	5,45	5,78	6,21	5,62	5,89	6,32



**Figura 2. Tendencia de medición del Taller de Mecánica Automotriz**

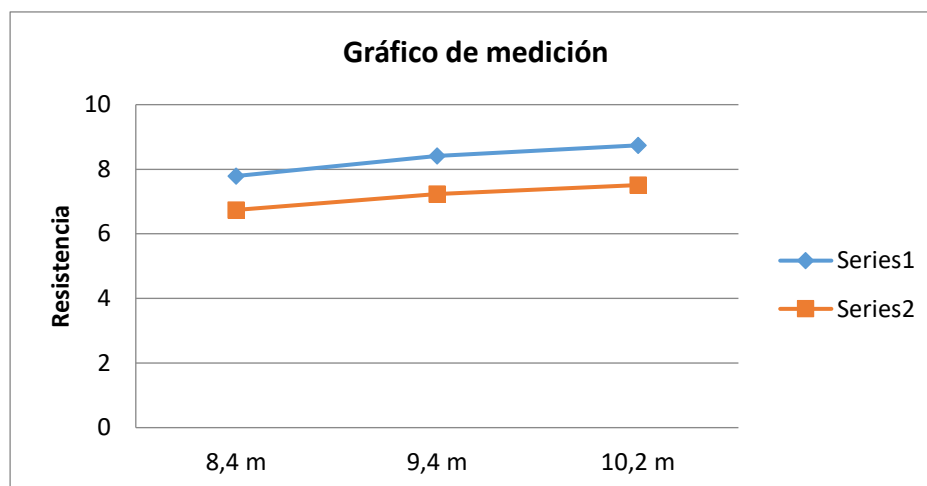
### C. Pabellón Administrativo

Está ubicado en la parte frontal a la carretera central, donde se cuentan con dos puestas a tierra:

- Puesta a tierra vertical 1, está conectado al tablero de distribución ubicado a espaldas de la dirección de dicha institución. Su valor de resistencia equivalente es de 8.10  $\Omega$ .
- Puesta a tierra tipo vertical 2, está conectada al tablero de distribución que se encuentra en el interior de la biblioteca. Su valor de resistencia equivalente de puesta a tierra es de 7  $\Omega$ .

**Tabla 5. Medición nivel de aislamiento del pabellón administrativo**

Escala 20 $\Omega$									
PAT	Medición 1 ( $\Omega$ )			Medición 2 ( $\Omega$ )			Medición 3 ( $\Omega$ )		
	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m
	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
1	7,61	8,12	8,46	7,79	8,41	8,74	7,79	8,41	8,76
2	6,63	7,08	7,42	6,74	7,23	7,51	6,23	6,71	6,94

**Figura 3. Tendencia de medición del pabellón administrativo****D.- Pabellón de Secretariado**

Está ubicado al frente del auditorio, donde se cuentan con una puesta a tierra:

- Puesta a tierra vertical 1, está conectado al tablero de distribución. Su valor de resistencia equivalente es de 16.3  $\Omega$ .

La tabla 6 muestra las mediciones realizadas a esta puesta tierra, con los valores de impedancia obtenidos:

**Tabla 6. Medición nivel de aislamiento del pabellón de Secretariado**

Escala 20 $\Omega$									
PAT	Medición 1 ( $\Omega$ )			Medición 2 ( $\Omega$ )			Medición 3 ( $\Omega$ )		
	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m
	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
1	15,94	16,37	16,56	16,26	16,83	17,4	15,57	15,7	16,07

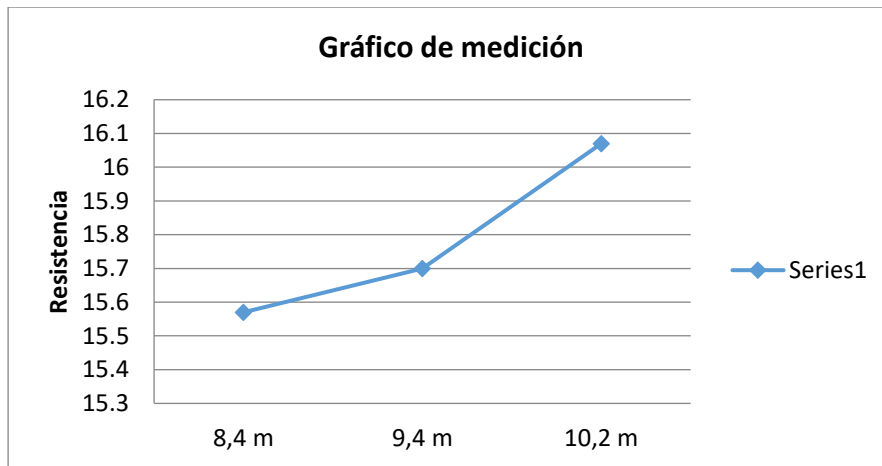


Figura 4. Tendencia de medición del pabellón de Secretariado

### E.- Pabellón Análisis Químico

Está ubicado al lado del pabellón de Electrotecnia, donde se cuentan con dos puestas a tierra:

- La puesta a tierra vertical 1 está conectado al tablero de distribución de la segunda planta del pabellón en mención. Su valor de resistencia equivalente es de 18.2  $\Omega$ .
- La puesta a tierra tipo vertical 2 está conectada al tablero de distribución de la primera planta del pabellón en mención. Su valor de resistencia equivalente de puesta a tierra es de 5.85  $\Omega$ .

La tabla 7 muestra las mediciones realizadas a estas dos puestas tierra, con los valores de impedancia obtenidos:

Tabla 7. Medición del nivel de aislamiento del pabellón de Análisis Químico

Escala 20 $\Omega$									
PAT	Medición 1 ( $\Omega$ )			Medición 2 ( $\Omega$ )			Medición 3 ( $\Omega$ )		
	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m
	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
1	18,45	18,98	19,45	18,23	18,62	18,95	18,39	18,87	18,97
2	5,18	5,2	5,22	5,87	6,41	6,74	5,35	5,94	6,24



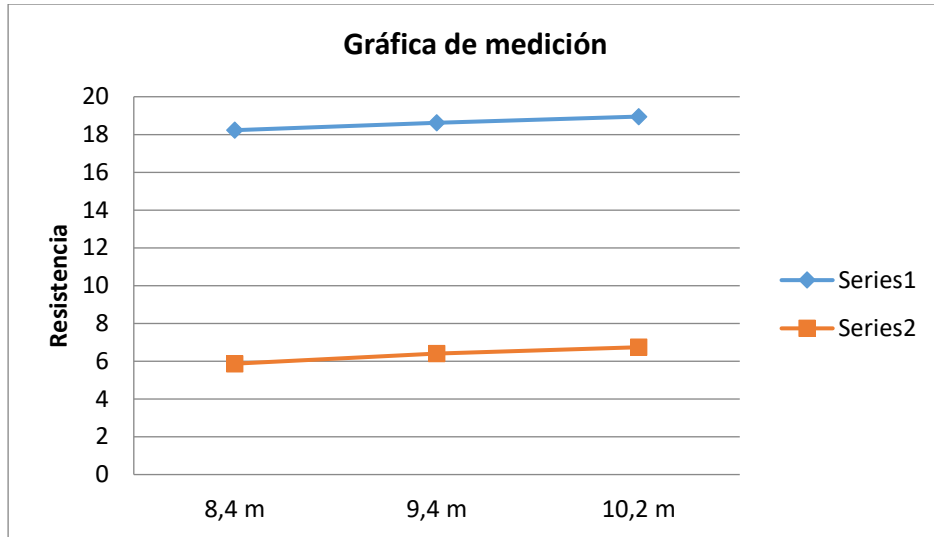


Figura 5. Tendencia de medición del pabellón de Análisis Químico

#### 4.2. Puestas a tierra sin mantenimiento

Las mediciones se realizaron con el telurómetro marca SEW, digital, que cuenta con certificado de calibración. Las puestas a tierra son del tipo vertical.

##### A. Taller de Metalurgia

Está ubicado al lado del estadio del instituto, donde se cuentan con una puesta a tierra:

- Puesta a tierra vertical, está conectado al tablero de distribución ubicado en el interior de dicho taller. Su valor de resistencia equivalente es de 25.9  $\Omega$ .

El cuadro siguiente muestra las mediciones realizadas a estas dos puestas tierra, con los valores de impedancia obtenidos:

**Tabla 8. Medición del nivel de aislamiento del Taller de Metalurgia**

Escalas 20 $\Omega$ Y 200 $\Omega$									
PAT	Medición 1 ( $\Omega$ )			Medición 2 ( $\Omega$ )			Medición 3 ( $\Omega$ )		
	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m	1 m	62 %	1 m
	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m	8,4 m	9,4 m	10,2 m
1	17,1	17,84	18,29	16,3	16,46	16,51	16,36	16,59	16,8

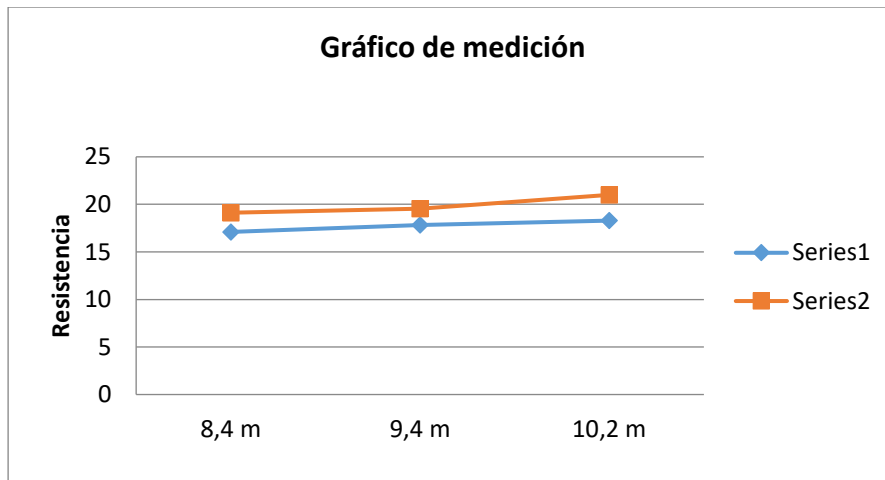


Figura 6. Tendencia de medición del Taller de Metalurgia

#### 4.3. Medición del nivel de aislamiento en conductores

Debe comprobarse si la aislación de los conductores con respecto a tierra o a otro conductor están dentro de los valores indicados en las normas, que establecen que la aislación debe tener una resistencia de 1000 veces la tensión de servicio por cada tramo de 100 m o fracción (por ejemplo, si la tensión es 220 V debe tener una resistencia de 0.22 k $\Omega$ ). Este valor es el menor exigido por las normas, pero de ningún modo debe aceptarse en una instalación.

Estas mediciones se hacen con un megóhmetro de corriente continua con una tensión igual o mayor que el doble de la tensión de servicio, debiéndose cerrar los equipos de maniobra y protección; y además desconectar la línea de alimentación y los aparatos de consumo. Debe observarse especialmente que los valores de temperatura y humedad ambiente se encuentren cercanos a los valores de referencia.

En el caso de los circuitos de muy baja tensión de servicio, el ensayo debe efectuarse con 250 V.

Normalmente, se recomienda que una instalación, para estar correctamente realizada, tenga una resistencia de aislación que no sea inferior a 0,5 k $\Omega$ .

Para las mediciones de aislamiento se utilizó el equipo megóhmetro digital, marca Amprobe, que cuenta con su certificado de calibración.

La medición de aislamiento en los conductores se realizó siguiendo el orden de fases R, S y T; y están en el siguiente orden:

#### A. Pabellón de Mecánica Automotriz

Los valores obtenidos de la medición de aislamiento del conductor se muestran a continuación:

- Fase R: 58,5 M $\Omega$
- Fase S: 51,4 M $\Omega$
- Fase T: 0,597 M $\Omega$



*Figura 7. Medición de aislamiento de conductor del pabellón de Mecánica Automotriz*

### **B. Taller de Mecánica de Producción**

Los valores obtenidos de la medición de aislamiento del conductor se muestran a continuación:

- Fase R: 0.919 M $\Omega$
- Fase S: 3.07 M $\Omega$
- Fase T: 2.47 M $\Omega$

### **C. Pabellón de secretariado ejecutivo**

Los valores obtenidos de la medición de aislamiento del conductor se muestran a continuación:

- Fase R: 0.775 G $\Omega$
- Fase S: 0.512 G $\Omega$
- Fase T: 0.753 G $\Omega$



*Figura 8. Medición de aislamiento de conductor del pabellón de Secretariado Ejecutivo*

## Cálculo de potencia instalada y máxima demanda

Tabla 9. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calific. eléct. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda % (f. d.)	Máxima demanda (W)
<b>C1 - Pabellón Computación 1° planta</b>				<b>20 333.30</b>		<b>18 083.30</b>
	Secretaría A	12.18	50	609.00	100	609.00
	Oficina de computación A	12.18	50	609.00	100	609.00
	Laboratorio de computación A	75.25	50	3762.50	100	3 762.50
	Secretaría B	12.18	50	609.00	100	609.00
1	Oficina de computación B	12.18	50	609.00	100	609.00
	Laboratorio de computación B	74.75	50	3737.50	100 %	3 737.50
	SSHH Caballeros	24.10	10	241.00	100 %	241.00
	SSHH Damas	24.50	10	245.00	100 %	245.00
	Pasadizos	91.13	10	911.30	100 %	911.30
	30 computadoras			6000.00	100 %	6 000.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
<b>C2 - Pabellón Secretariado 2° planta</b>				<b>21 299.30</b>		<b>19 049.30</b>
	Jefatura de secretariado ejecutivo	24.10	50	1205.00	100 %	1205.00
	Laboratorio de ofimática	100.45	50	5022.50	100 %	5022.50
	Laboratorio de secretariado	74.55	50	3727.50	100 %	3727.50
2	Laboratorio de inglés	50.26	50	2513.00	100 %	2513.00
	20 computadoras			4000.00	100 %	4000.00
	Pasadizos	83.13	10	831.30	100 %	831.30
	Carga adicional	72.00		1000.00	100 %	1000.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
	<b>TD6</b>		<b>Subtotal</b>	<b>742.94</b>		<b>41 632.60</b>
			<b>Carga W/m<sup>2</sup></b>			<b>33 419.34</b>
				<b>56.04</b>		<b>44.98</b>
	<b>Total</b>			<b>41 632.60</b>		<b>33 419.34</b>

## Cuadro de alimentadores y subalimentadores - pabellón de Computación

**Tabla 10. Alimentadores y subalimentadores del pabellón de Computación**

Ítem	Descripción del alimentador y subalimentador	Potencia instalada (kW)	Máxima demanda (kW)	Corriente nominal (in) (A)	Factor segur. f. s. (%)	Corriente diseño (id) (A)	Cable		Tubería		Interruptor (A)
							Calibre (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Diámetro (pulg)	Tipo	
1	Circuito I	20.33	18.08	52.79	10 %	58.07	3-1 x 16	N2XOH	1 1/4"	SAP	3 x 80
	C1 - pabellón computación Primera planta	20.33	18.08	52.79	10 %	58.07					
2	Circuito II	21.30	19.05	55.61	10 %	61.17	3-1 x 16	N2XOH	1 "	SAP	3 x 80
	C2 - pabellón Secretariado Segunda planta	21.30	19.05	55.61	10 %	61.17					
<b>Alimentador total</b>		<b>41.63</b>	<b>33.42</b>	<b>97.56</b>	<b>10 %</b>	<b>107.32</b>	<b>3-1x50</b>	<b>N2XOH</b>	<b>2 "</b>	<b>SAP</b>	<b>3 x 100</b>

## Cálculo de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Computación

**Tabla 11. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda en el pabellón de Computación**

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calif. elect. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.) (%)	Máxima demanda (W)	Datos del sistema			Corrientes proyectadas			Datos del alimentador			Caída de tensión y pérdidas de potencia			
							Sistema	Tensión	Cos f	Corriente nominal	% reserva	Corriente proyectada	Long.	Sección (mm <sup>2</sup> )	K	DV	% DV	Perd. pot. (W)	% pérdidas
1	C1 - pabellón Computación Primera planta	338.45	60.08	20 333.30	89	18 083.30	3 Φ	220	0.90	52.73	10	58	80.00	35	56	3.69 V	1.677	237.82	1.315
2	C2 - pabellón Secretariado Segunda planta	404.49	52.66	21 299.30	89	19 049.30	3 Φ	220	0.90	55.55	10	61.11	5.00	10	56	0.85 V	0.386	57.75	0.303
	Carga unitaria (W/m <sup>2</sup> )		56.04																
<b>Total</b>		<b>742.94</b>		<b>41 632.60</b>		<b>33 419.34</b>	<b>3 Φ</b>	<b>220</b>	<b>0.90</b>	<b>97.45</b>	<b>10</b>	<b>107.2</b>	<b>64.00</b>	<b>50</b>	<b>56</b>	<b>3.82 V</b>	<b>1.736</b>	<b>454.96</b>	<b>1.361</b>

Nota: máxima caída de tensión de 1.68 %, caída de tensión total 3.41 %

## Cálculo de la potencia instalada y máxima demanda - pabellón de Electrónica

*Tabla 12. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Electrónica*

Ítem	Descripción del local y/o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calific. eléctrica básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)
<b>C3 - Pabellón de Electrónica 1° planta</b>				<b>18 992.50</b>		<b>16 170.78</b>
	Laboratorio de computación	48.48	50	2424.00	100 %	2424.00
	Aula de metalurgia	51	50	2550.00	100 %	2550.00
	Laboratorio de Automatización y PLC	47.94	50	2397.00	100 %	2397.00
1	Aula de proyección	47.94	30	1438.20	100 %	1438.20
	Aula	48.42	50	2421.00	100 %	2421.00
	Pasadizos	76.23	10	762.30	25 %	190.58
	20 computadoras			4000.00	100 %	4000.00
	Terma eléctrica de 110 l.			3000.00	25 %	750.00
<b>C4 – Pabellón de Electrónica 2° planta</b>				<b>17 885.00</b>		<b>15 036.50</b>
	Aula 6	48.48	50	2424.00	100 %	2424.00
	Aula 7	47.94	50	2397.00	100 %	2397.00
2	Aula 8	47.94	50	2397.00	100 %	2397.00
	Aula 9	97.38	50	4869.00	100 %	4869.00
	Pasadizos	79.8	10	798.00	25 %	199.50
	10 computadoras			2000.00	100 %	2000.00
	Terma eléctrica de 110 l.			3000.00	25 %	750.00
<b>TD3</b>	<b>Subtotal</b>	<b>641.55</b>		<b>36 877.50</b>		<b>24 965.82</b>
	<b>Carga W/m<sup>2</sup></b>			<b>57.48</b>		<b>38.91</b>
	<b>Total</b>			<b>36 877.50</b>		<b>24 965.82</b>

## Cálculo de potencia instalada y máxima demanda - pabellón de Electrónica

Tabla 13. Determinación de la potencia instalada y la máxima demanda – pabellón de Electrónica

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calif. elect. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)	Datos del sistema		Corrientes proyectadas			Datos del alimentador			Caída de tensión y pérdidas de potencia				
							Sistema tensión (V)	Cos f	Corriente nominal (A)	% reserva	Corriente proyectada (A)	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	K	DV (V)	Sistema (%)	Tensión	Cos f (%)	
1	C3 - pabellón Electrónica 1º planta	320.01	59.35	18 992.50	85 %	16 170.78	3 Φ	220	0.90	47.15	10	51.87	60.00	25.0	56	3.47	1.577	199.72 V	1.235
2	C4 - pabellón Electrónica 2º planta	321.54	55.62	17 885.00	84 %	15 036.50	3 Φ	220	0.90	43.85	10	48.24	5.00	6.0	56	1.12	0.509	59.98 V	0.399
	Carga unitaria (W/m <sup>2</sup> )		57.48																
	<b>Total</b>	641.55		36 877.50		24 965.82	3 Φ	220	0.90	72.8	10	80.08	65.00	25.0	56	5.80	2.636	515.70 W	2.066

Nota: máxima caída de tensión de 1.58 %, caída de tensión total 4.21 %

## Cálculo de la potencia instalada y máxima demanda - pabellón de Metalurgia

Tabla 14. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Metalurgia

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calific. eléctrica básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)
				<b>14</b>		<b>11</b>
	<b>C5 - Pabellón Metalurgia 1° planta</b>			<b>942.20</b>		<b>942.20</b>
	SS. HH. Caballeros	24.12	10	241.20	100 %	241.20
	SS. HH. Damas	22.65	10	226.50	100 %	226.50
	Aula de metalurgia	47.24	50	2362.00	100 %	2362.00
1	Aula de Tecnología y Análisis Químico 1	47.24	50	2362.00	100 %	2362.00
	Aula de Tecnología y Análisis Químico 2	47.24	50	2362.00	100 %	2362.00
	Aula de Tecnología y Análisis Químico 3	47.77	50	2388.50	100 %	2388.50
	Pasadizos	100	10	1000.00	25 %	250.00
	5 computadoras			1000.00	100 %	1000.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
				<b>14</b>		<b>14</b>
	<b>C6 - Pabellón Tec. Análisis Químico 2° planta</b>			<b>530.90</b>		<b>530.90</b>
	Departamento de electricidad	11.82	50	591.00	100 %	591.00
	Departamento de electrónica	10.59	50	529.50	100 %	529.50
	Oficina de seguridad	22.77	50	1138.50	100 %	1138.50
2	Laboratorio de Física	70.82	50	3541.00	100 %	3541.00
		117.8				
	Laboratorio de Química	1	50	5890.50	100 %	5890.50
	Pasadizos	84.04	10	840.40	100 %	840.40
	10 computadoras			2000.00	100 %	2000.00
	2 extractores de 750 W			1500.00	100 %	1500.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
		<b>607.3</b>		<b>29</b>		<b>23</b>
<b>TD2</b>	<b>Subtotal</b>	<b>4</b>		<b>473.10</b>		<b>825.79</b>
	<b>Carga W/m<sup>2</sup></b>			<b>48.53</b>		<b>39.23</b>
				<b>29</b>		
	<b>Total</b>			<b>473.10</b>		<b>23 825.79</b>



## Cuadro de alimentadores y subalimentadores - pabellón de Metalurgia

Tabla 15. Alimentadores y subalimentadores del pabellón de Metalurgia

Ítem	Descripción del alimentador y subalimentador	Potencia instalada (kW)	Máxima demanda (kW)	Corriente nominal (in) (A)	Factor segur. f. s.	Corriente diseño (id) (A)	Cable		Tubería		Interruptor (A)
							Calibre (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Diámetro (pulg)	Tipo	
1	Circuito I C5 - Pabellón Metalurgia 1° planta	14.94	11.94	34.82	10 %	38.30	3-1 x 10	LSOH	1"	SAP	3x 60
	Circuito II C6 - Pabellón Tec. Análisis Químico 2° planta	14.53	14.53	42.37	10 %	46.61	3-1 x 10	LSOH	1"	SAP	3x 60
<b>Alimentador total</b>		<b>29.47</b>	<b>23.83</b>	<b>69.47</b>	<b>10 %</b>	<b>76.42</b>	<b>3-1x25</b>	<b>N2XOH</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>SAP</b>	<b>3 x 80</b>

## Cálculo de potencia instalada y máxima demanda - pabellón de Metalurgia

Tabla 16. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – pabellón de Metalurgia

Nota: máxima caída de tensión de 1.66 %, caída de tensión total 3.79 %

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calif. elect. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)	Datos del sistema			Corrientes proyectadas			Datos del alimentador			Caída de tensión y pérdidas de potencia			
							Sistema	Tensión (V)	Cos f	Corriente nominal (A)	% reserva	Corriente proyectada	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	K	DV (V)	% DV	Perd. pot. (W)	% Pérdidas
1	C5 - pabellón Metalurgia 1° planta	336.26	44.44	14 942.20	80	11 942.20	3 Φ	220	0.90	34.82	10	38.3	55.00	16.0	56	3.66	1.664	155.96	1.306
2	C6 - pabellón Tec. Análisis Químico 2° planta	317.85	45.72	14 530.90	100	14 530.90	3 Φ	220	0.90	42.37	10	46.61	5.00	16.0	56	0.41	0.186	21.00	0.145
3	Carga unitaria (W/m <sup>2</sup> )		45.06																
<b>Total</b>		<b>654.11</b>		<b>29 473.10</b>		<b>23 825.79</b>	<b>3 Φ</b>	<b>220</b>	<b>0.90</b>	<b>69.47</b>	<b>10</b>	<b>76.42</b>	<b>55.00</b>	<b>25.0</b>	<b>56</b>	<b>4.68</b>	<b>2.127</b>	<b>397.38</b>	<b>1.668</b>

## Cálculo de la potencia instalada y máxima demanda - módulo de Talleres

**Tabla 17. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda - módulo de Talleres**

Ítem	Descripción del local y/o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calific. eléct. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)
	<b>Cuarto de electrobombas</b>			<b>7544.00</b>		<b>6344.00</b>
1	C-10.1 Cuarto de electrobombas	50.09	25	1252.25	100 %	1252.25
	C-10.2 Cuarto de Tableros	11.67	25	291.75	100 %	291.75
	Electrobombas			6000.00	80 %	4800.00
	<b>C-10.3 Taller Mecánica de Producción</b>			<b>101 635.00</b>		<b>81 205.00</b>
	Taller Mecánica de producción	309.40	25	7735.00	100 %	7735.00
	Fresadora universal			8500.00	80 %	6800.00
	Fresadora universal			8500.00	80 %	6800.00
	Fresadora universal			3800.00	80 %	3040.00
	Cepilladora			7500.00	80 %	6000.00
	Torno paralelo			11 000.00	80 %	8800.00
	Torno paralelo			3200.00	80 %	2560.00
	Torno paralelo			3200.00	80 %	2560.00
	Torno paralelo			3200.00	80 %	2560.00
	Cepilladora			7500.00	80 %	6000.00
	Fresadora universal			8500.00	80 %	6800.00
	Esmeril			400.00	80 %	320.00
	Esmeril			400.00	80 %	320.00
	Rectificadoras de superficies			3800.00	80 %	3040.00
	Cepilladora			400.00	80 %	320.00
2	Afiladora de herramientas			400.00	80 %	320.00
	Cepilladora			2200.00	80 %	1760.00
	Fresadora universal horizontal			1800.00	80 %	1440.00
	Torno paralelo			2300.00	80 %	1840.00
	Fresadora universal horizontal			1800.00	80 %	1440.00
	Torno hidrocopiador			3100.00	80 %	2480.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			1100.00	80 %	880.00
	Torno paralelo universal			1500.00	80 %	1200.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Torno paralelo universal			800.00	80 %	640.00
	Taladro columna			600.00	80 %	480.00
	Taladro fresadora			800.00	80 %	640.00
	Taladro columna			600.00	80 %	480.00
	Terma Eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
		<b>C-10.4 Taller Mecánica Automotriz</b>			<b>51 895.25</b>	
3	Taller Mecánica Automotriz	323.81	25	8095.25	100 %	8095.25
	Rectificadoras de superficies			18 500.00	80 %	14 800.00
	Rectificadoras de cigüeñales			8500.00	80 %	6800.00

	pulidora de cilindros			1500.00	80 %	1200.00
	Mandriladora de presión vertical			4400.00	80 %	3520.00
	Barrenadora de bancos			1100.00	80 %	880.00
	Rectificadoras de bocinas de biela			800.00	80 %	640.00
	Comprensora			5000.00	80 %	4000.00
	Esmeril			500.00	80 %	400.00
	Esmeril			500.00	80 %	400.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
	<b>C-10.5 Taller de Carpintería</b>			<b>48104.75</b>		<b>40 104.75</b>
4	Taller de carpintería	324.19	25	8104.75	100 %	8104.75
	Cargas Taller			40 000.00	80 %	32 000.00
	<b>C-10.6 Taller de Metalurgia</b>			<b>61 104.75</b>		<b>48 854.75</b>
5	Taller de Metalurgia	324.19	25	8104.75	100 %	8104.75
	Cargas Taller			50 000.00	80 %	40 000.00
	Terma eléctrica - 110 l.			3000.00	25 %	750.00
	<b>C11- Taller Tecnología Análisis Químico</b>			<b>9542.45</b>		<b>7 292.45</b>
	SS. HH. Caballeros	14.08	10	140.80	100 %	140.80
	SS. HH. Damas	12.8	10	128.00	100 %	128.00
	Taller de producción	88.96	25	2224.00	100 %	2224.00
6	Almacén de equipos	9.81	25	245.25	100 %	245.25
	Administración	13.03	50	651.50	100 %	651.50
	Almacén de activos	23.29	10	232.90	100 %	232.90
	Laboratorio N°1	59.52	25	1488.00	100 %	1488.00
	Laboratorio N°2	57.28	25	1432.00	100 %	1432.00
	Terma eléctrica - 110 l			3000.00	25 %	750.00
<b>TD5</b>	<b>Subtotal</b>	<b>1622.12</b>		<b>279 826.20</b>		<b>202 757.58</b>
	<b>Carga W/m<sup>2</sup></b>			<b>172.51</b>		<b>125.00</b>
	<b>Total</b>			<b>279 826.20</b>		<b>202 757.58</b>

**Tabla 18. Descripción del alimentador y subalimentador**

Ítem	Descripción del alimentador y subalimentador	Potencia instalada (kW)	Máxima demanda (kW)	Corriente nominal (in) (A)	Factor segur. f. s.	Corriente diseño (id) (A)	Cable		Tubería		Interrupción (A)
							Calibre (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Diám. (in)	Tipo	
	<b>Circuito I</b>	7.54	6.34	18.52	10 %	20.37	3-1 x 6	LSOH	1 "	SAP	3 x 30
1	Cuarto de electrobombas	7.54	6.34	18.52	10 %	20.37					
	<b>Circuito II</b>	101.64	81.21	237.07	10 %	260.77	3-1 x 150	LSOH	2 1/2"	SAP	3 x 300
2	C-10.3 Taller Mecánica de Producción	101.64	81.21	237.07	10 %	260.77					
	<b>Circuito III</b>	51.90	41.49	121.11	10 %	133.22	3-1 x 70	LSOH	2"	SAP	3 x 150
3	C-10.4 Taller Mecánica Automotriz	51.90	41.49	121.11	10 %	133.22					
	<b>Circuito IV</b>	48.10	40.10	117.08	10 %	128.79	3-1 x 70	LSOH	2"	SAP	3 x 150
4	C-10.5 Taller de Carpintería	48.10	40.10	117.08	10 %	128.79					
	<b>Circuito V</b>	61.10	48.85	142.62	10 %	156.89	3-1 x 70	LSOH	2"	SAP	3 x 200
5	C-10.6 Taller de Metalurgia	61.10	48.85	142.62	10 %	156.89					
	<b>Circuito VI</b>	9.54	7.29	21.29	10 %	23.42	3-1 x 10	LSOH	1"	SAP	3 x 40
6	C11- Taller Tecnología Análisis Químico	9.54	7.29	21.29	10 %	23.42					
	<b>Alimentador total</b>	<b>279.83</b>	<b>202.76</b>	<b>591.92</b>	<b>10 %</b>	<b>651.12</b>	<b>3-1x300</b>	<b>N2XOH</b>	<b>4"</b>	<b>SAP</b>	<b>3 x 650</b>

## Cálculo de potencia instalada y máxima demanda - módulo de Talleres

Tabla 19. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – módulo de talleres

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calificación eléctrica básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f <sub>d</sub> ) (%)	Máxima demanda (W)	Datos del sistema			Corrientes proyectadas			Datos del alimentador			Caída de tensión y pérdidas de potencia			
							Sistema (Φ)	Tensión	Cos φ	Corriente nominal	% Reserva	Corriente proyectada	Longitud	Sección (mm <sup>2</sup> )	K	DV (V)	% DV	Perd. pot. (W)	% pérdidas
1	Cuarto de electrobom.	61.76	122.15	7544.00	84	6344.00	3	220	0.90	18.50	10	20.35	10.00	4	56	1.42	0.645	32.02	0.505
2	C-10.3 Taller Mecánica de producción	309.40	328.49	101 635.00	80	81 205.00	3	220	0.90	236.79	10	260.47	20.00	95	56	1.53	0.695	441.77	0.544
3	C-10.4 Taller Mecánica Automotriz	323.81	160.26	51 895.25	80	41 485.25	3	220	0.90	120.97	10	133.07	40.00	50	56	2.96	1.345	438.15	1.056
4	C-10.5 Taller de carpintería	324.19	148.38	48 104.75	83	40 104.75	3	220	0.90	116.94	10	128.63	35.00	35	56	3.58	1.627	511.75	1.276
5	C-10.6 Taller de Metalurgia	324.19	188.48	61 104.75	80	48 854.75	3	220	0.90	142.46	10	156.71	65.00	50	56	5.67	2.577	987.44	2.021
6	C11- Taller Tecnología análisis Químico Carga unitaria (W/m <sup>2</sup> )	278.77	34.23	9542.45	76	7292.45	3	220	0.90	21.26	10	23.39	18.00	6	56	1.95	0.886	50.76	0.696

<b>Total</b>	<b>1622.12</b>	<b>279 826.20</b>	<b>202 757.58</b>	<b>3</b>	<b>220</b>	<b>0.90</b>	<b>591.22</b>	<b>10</b>	<b>650.34</b>	<b>50.00</b>	<b>35.0</b>	<b>56</b>	<b>25.86</b>	<b>11.755</b>	<b>18 687.68</b>	<b>9.217</b>
--------------	----------------	-------------------	-------------------	----------	------------	-------------	---------------	-----------	---------------	--------------	-------------	-----------	--------------	---------------	------------------	--------------

*Nota:* máxima caída de tensión de 2.58 %, caída de tensión total 14.33 %

## Cálculo de la potencia instalada y máxima demanda – total

Tabla 20. *Determinación de la potencia instalada y máxima demanda – total*

Tablero	Descripción del local o carga		Área local (m <sup>2</sup> )	Calific. eléct. básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)
TD1	Pabellón Computación	Subtotal	742.94		41 632.60	-	33 419.34
TD2	Pabellón Electrónica	Subtotal	Subtotal	Subtotal	36 877.50	-	24 965.82
TD3	Pabellón Metalurgia	Subtotal	Subtotal	Subtotal	29473.10	-	23 825.79
TD4	Pabellón Automotriz	Subtotal	Subtotal	Subtotal	31 244.60	-	22 955.68
TD5	Módulo Talleres	Subtotal	Subtotal	Subtotal	27 826.20	-	202 757.58
TD6	Módulo Cafetín	Subtotal	Subtotal	Subtotal	7869.40	-	3032.46
TD7	Módulo Producción	Subtotal	Subtotal	Subtotal	66 095.00	-	60 840.00
TD8	Módulo Automotriz	Subtotal	Subtotal	Subtotal	27 175.05	-	22 477.55
TD9	Taller Electrotecnia	Subtotal	Subtotal	Subtotal	29 370.00	-	3032.46
TD10	Módulo Administración	Subtotal	Subtotal	Subtotal	31 296.35	-	26 366.72
TD11	Módulos complementarios	Subtotal	Subtotal	Subtotal	18 099.40	-	14 479.52
<b>Total</b>			<b>6,885.08</b>		<b>598 959.20</b>	<b>-</b>	<b>262 891.75</b>

## Cuadro de alimentadores y subalimentadores - total

Tabla 21. Alimentadores y subalimentadores – total

Ítem	Descripción del alimentador y subalimentador	Potencia instalada (kW)	Máxima demanda (kW)	Corriente nominal (in) (A)	Factor segur. f. s.	Corriente diseño (Id) (A)	Cable		Tubería		Interruptor (A)
							Calibre (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Diám. (in)	Tipo	
1	<i>Circuito I</i>	598.96	262.89	767.48	10 %	844.23	3-1 x 300	N2XOH	4"	SAP	3 x 1000
	Alimentador total	598.96	262.89	767.48	10 %	844.23					
	<b>Alimentador total</b>	<b>598.96</b>	<b>262.89</b>	<b>767.48</b>	<b>10 %</b>	<b>844.23</b>	<b>3-1 x 300</b>	<b>N2XOH</b>	<b>4"</b>	<b>SAP</b>	<b>3 x 1000</b>

## Cálculo de potencia instalada y máxima demanda - total

Tabla 22. Determinación de la potencia instalada y máxima demanda - total

Ítem	Descripción del local o carga	Área local (m <sup>2</sup> )	Calificación eléctrica básica (W/m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Factor de demanda (f. d.)	Máxima demanda (W)	Datos del sistema			Corrientes proyectadas			Datos del alimentador			Caída de tensión y pérdidas de potencia			
							Sistema	Tensión	Cos f	Corriente Nominal	% reserva	Corriente Proyectada	Longitud	Sección (mm <sup>2</sup> )	K	DV (V)	% DV	Perd. pot. (W)	% pérdidas
1	Alimentador total	6885.08	86.99	598 959.20	44 %	262 891.75	3 Φ	220	0.90	766.57	10	843.23	45.00	300.0	56	3.52	1.600	3298.80	1.25 5
	Carga unitaria (W/m <sup>2</sup> )		86.99																
	<b>Total</b>	<b>6885.08</b>		<b>598 959.20</b>		<b>262 891.75</b>	<b>3 Φ</b>	<b>220</b>	<b>0.90</b>	<b>766.57</b>	<b>10</b>	<b>843.23</b>	<b>45.00</b>	<b>300.0</b>	<b>56</b>	<b>3.52</b>	<b>1.600</b>	<b>3298.80</b>	<b>1.25 5</b>

Nota: máxima caída de tensión de 1.60 %, caída de tensión total 1.60 %



#### 4.4. Cálculos eléctricos

##### A. Cálculo de caída de tensión

La fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

##### Donde

I = corriente que recorre el circuito en A

L = longitud del tramo en m

K = factor de caída de tensión

#### 4.5. Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor

$$r_{40\text{ °C}} = r_{20\text{ °C}} [1 + \alpha (t_2 - 20)]$$

##### Donde

$r_{40\text{ °C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 40 °C

$r_{20\text{ °C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 20 °C

$\alpha$  = coeficiente de corrección de temperatura 1/°C 0.0036

$t_2 = 40\text{ °C}$

Las resistencias eléctricas de los conductores de fase y del portante.

#### 4.6. Máxima caída de tensión permisible

La caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7 % de la tensión nominal para zonas rurales, es decir, 26.6 V, en el sistema 380-220 V y 30.8 V, en el sistema 440-220 V.

##### A. Fator de potencia (Cos $\phi$ ):

- Para cargas de servicio particular 1.00
- Para cargas de alumbrado público 0.90

##### B. Fator de simultaneidad

- Cargas de servicio particular 0.50
- Cargas de alumbrado público 1.00

#### **4.7. Resumen**

- Potencia instalada 598959.2 W
- Máxima demanda 262891.71 W
- Potencia máxima total del sistema es de 300 kVA: considerando alumbrado público, pérdidas en distribución, demanda proyectada, y el factor de potencia de 0.9.

#### **4.8. Resultados**

A partir de los hallazgos encontrados en la investigación que tuvo como objetivo realizar el análisis técnico del sistema eléctrico del ISTP Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas. Se realizó el cálculo de la potencia instalada y máxima demanda, para ver si su transformador tiene la capacidad de diseño de reserva para las cargas eléctricas de la institución, de donde se verifica que no es óptimo para funcionar a plena carga en el mismo instante, ya que su capacidad de potencia es solo de 100 kVA, mientras según los cálculos realizados esta capacidad sería insuficiente.

Mientras, en los hallazgos que conciernen a las puestas a tierra se determina que el análisis técnico del sistema eléctrico en su mayoría se encuentra en buenas condiciones, ya que no sobrepasan el límite de conductividad que es de 25 ohm según el Código Nacional de Electricidad.

En las pruebas de aislamiento de los conductores se verifica que están en buenas condiciones, ya que en las mediciones no se encontró mediciones inferiores a 0.5 k $\Omega$ . Mientras que su sistema de iluminación según en los ambientes donde se realizan diferentes actividades es deficiente.

Realizado los cálculos de caída de tensión en el instituto, el valor arrojado se encuentra dentro el rango de tolerancia que se puede tener según el CNE regla 0.50-102, la caída de tensión no debe ser mayor a 2.5 % para el alimentador y de 4 % para circuitos de derivación hasta el punto más lejano.

#### **4.9. Discusión**

En los resultados, en el desarrollo de la investigación se pudo apreciar que el análisis técnico del sistema eléctrico es un factor primordial en el área de estudio, que coincide con las investigaciones de Holguín y Gómez (2) y Encinas (3), en las que detallan el análisis de la calidad de energía eléctrica y estudio técnico de instalaciones eléctricas, que se desarrollan en la aplicación práctica en el área de la electricidad, respectivamente.

Determinando características esenciales como los niveles de tensión en los tableros generales, caída de tensión, dimensionamiento de conductores, etc.

Mientras que los resultados obtenidos, no coincide con los de Marín y Teodoro (1) que detallan en su estudio la redistribución de cargas por contar con la capacidad para cargas futuras.

## CONCLUSIONES

1. Se concluye que el análisis técnico del sistema eléctrico del instituto Andrés A. Cáceres Dorregaray de San Agustín de Cajas, fue realizado satisfactoriamente, va a contribuir de manera práctica con la institución por el análisis técnico realizado en sus diferentes espacios, y su sistema eléctrico es óptimo al determinar sus diferentes parámetros.
2. El propósito del análisis técnico en la investigación fue aportar con los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos en la formación universitaria, el análisis técnico es realizable al efectuar procedimientos como la observación, medición, diagnóstico y evaluación en las cargas y circuitos eléctricos.
3. El sistema eléctrico se define como aceptable al determinar parámetros como la corriente, voltaje y frecuencia en el conjunto de elementos que conforman el sistema eléctrico del instituto, como el transformador, conductores y cargas eléctricas.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda planificar mantenimientos preventivos de los circuitos eléctricos, tableros de distribución, luminarias, pozos a tierra, etc.
2. Evaluar y tomar conciencia de los daños que provocaría en las instalaciones sin un mantenimiento adecuado tanto en las máquinas, equipos y principalmente en las personas.
3. Conservar la información de los planos eléctricos, en los que se detallan los circuitos eléctricos, diagramas unifilares, etc., para el incremento de cargas y ampliación de espacios de aprendizaje.
4. Cambiar las luminarias según los espacios a utilizar, teniendo en cuenta el Código Nacional de Electricidad.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. **MARIN, E.; TEODORO, J.** *Estudio de la redistribución de las cargas eléctricas del campus de la Universidad Nacional del Santa.* s.l. : Universidad Nacional del Santa, 2016.
2. **HOLGUÍN, M; GÓMEZ, D.** Análisis de la calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana. s. l. : Universidad Politécnica Salesiana, 2010.
3. **ENCINAS, D.** Estudio técnico de instalaciones eléctricas en un edificio de oficinas. s. l. : Universidad Carlos III de Madrid, 2009.
4. **HERNÁNDEZ, S.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P.** *Metodología de la Investigación.* s. l. : McGraw-Hill, 2010.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

## Planos eléctricos

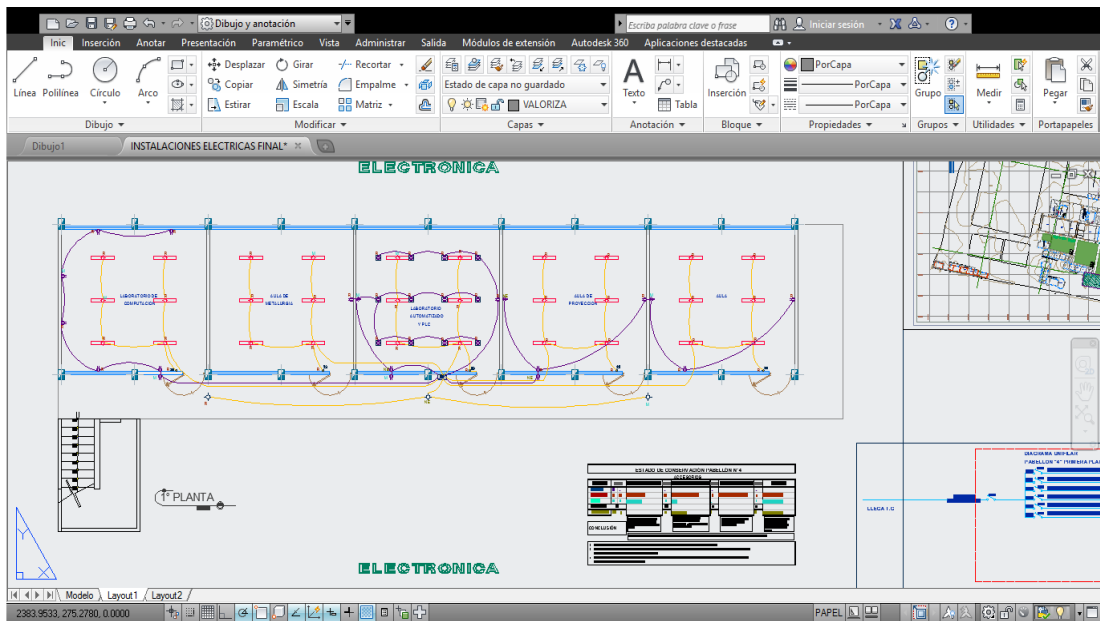


Figura 9. Plano eléctrico de Electrónica

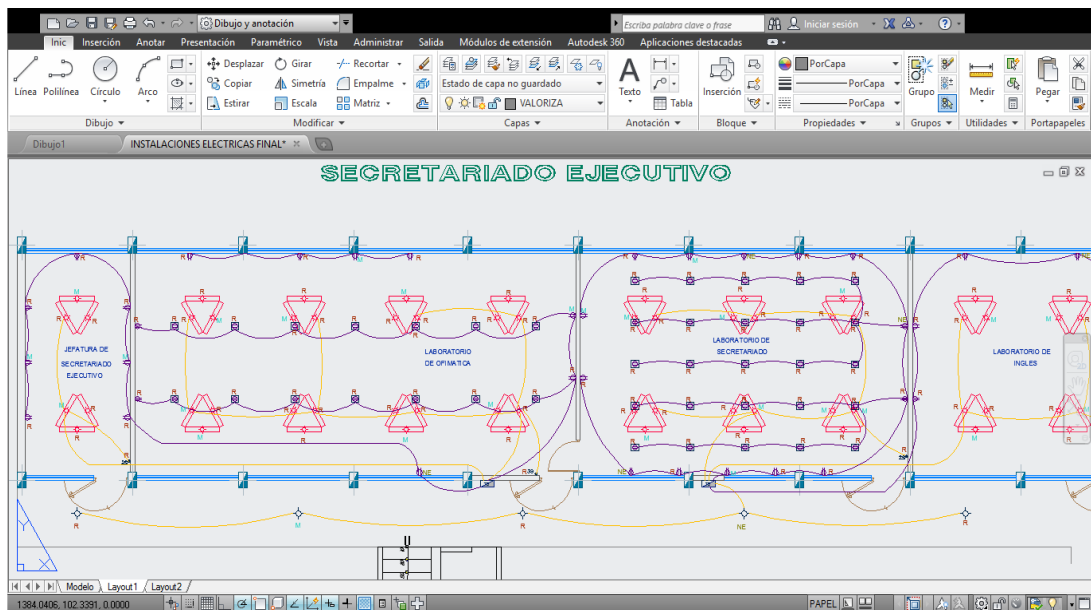


Figura 10. Plano eléctrico de Secretariado



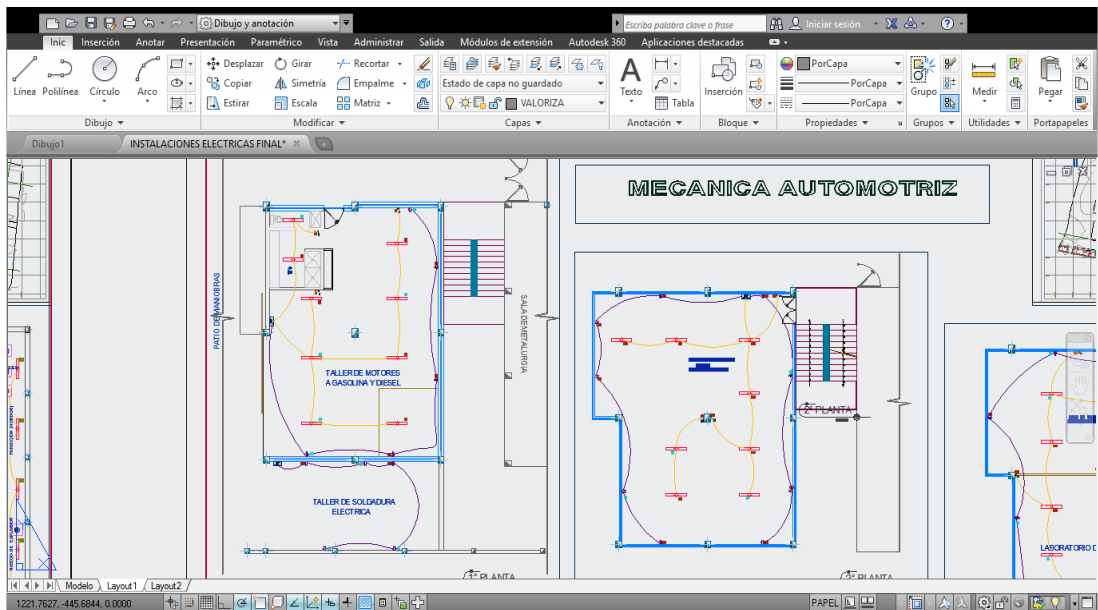


Figura 11. Plano eléctrico de Mecánica

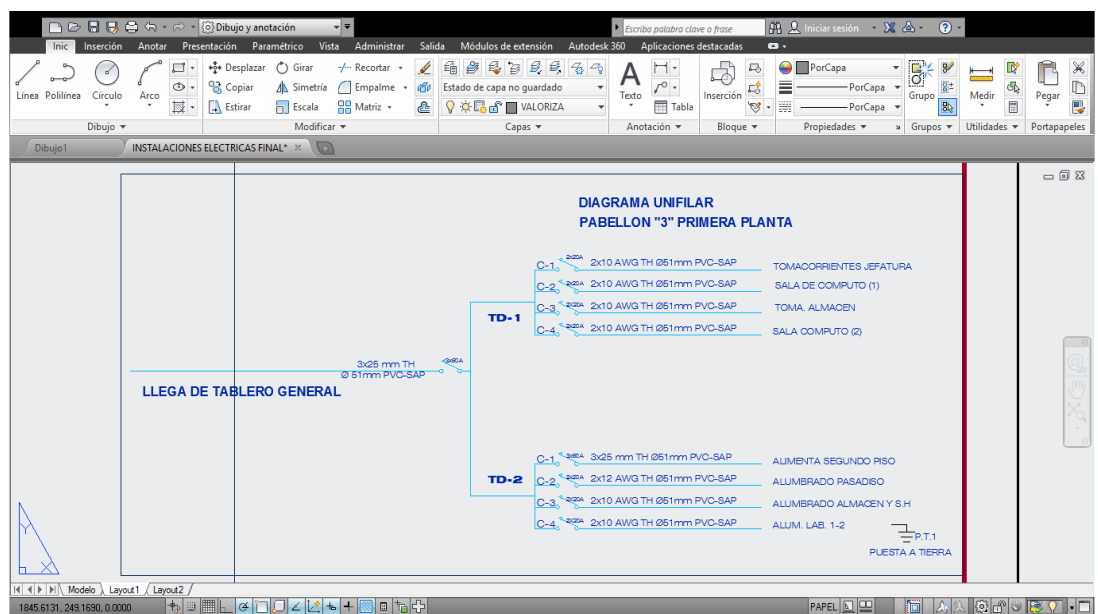


Figura 12. Diagrama unifilar